北海道大学
水産学部研究彙報

第四巻　第四号

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

VOL. 4, NO. 4

北海道大学水産学部（函館）発行

HAKODATE, JAPAN

FEBRUARY, 1954

目　次

DISTRIBUTION OF PLANKTON COPEPODS OFF KITAMI, HOKKAIDO, IN OKHOTSK SEA IN SUMMER, 1949 AND 1950

Masateru ANRAKU

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Japan)

AIKAWA (1933) stated that copepod community in southern part of the Okhotsk Sea is represented by small types of copepods, while the larger species, such as *Calanus plumchrus* and *Eucalanus elongatus*, are scarcely ever found. He (1938) again reported that the Phaeo-plankton (the phytoplankton mainly composed of *Phaeoceros*) occurs widely over the Okhotsk Sea and Bering Sea. KANNO (1935) worked in the South Okhotsk Sea and off the Pacific Ocean side of Kamchatka, finding the predominance of *Parathemisto oblivia*, *Calanus finmarchicus*, *Eucalanus elongatus*, and some species of both *Oithona* and *Oncaea*. Recently, IIZUKA (1950) carried out the collection off Kitami, Hokkaido, and found that neritic water, oceanic water, mixed water, and up welling water have their own particular composition of phytoplankton respectively.

The present investigation deals with materials collected by the Surveying Ship "Tankai-maru" of the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory in the Okhotsk Sea adjacent to Hokkaido in August, 1949, and in August, 1950. The positions of collection and the surface isotherms in these two years are given in figures 1 and 2 and figures 3 and 4 respectively. The collections were made by vertical haul with the ordinary plankton net from 400 metre depth or less.

Twenty-seven species of copepods were identified from the materials (Table 1). The distribution of each species will be mentioned below referring to the hydrographical conditions.

I. Distribution in 1949 (Table 3)

Both *Paracalanus parvus* and *Clausocalanus pergens* were abundantly found in the area inside the 100 fathom line, except at St. 3 and 5, while they were scarce in the outside region. The distribution of these species did not link with the surface isotherms, but the range was somewhat limited by the salinity distribution. They became scarce in the area below 32.80 ‰ S, that is, in the offshore area (Fig. 3).

The two stations, St. 9 and 12, seemed to be different in nature from other neritic stations. The materials obtained at St. 12 included a considerable amount of diatoms and many *Calanus plumchrus*. The vertical section of temperature distribution indicates that an up-welling of cold water appears around St. 12 (Fig. 7). IIZUKA (1950) perceived also plentiful diatoms at both St. 9 and St. 12.

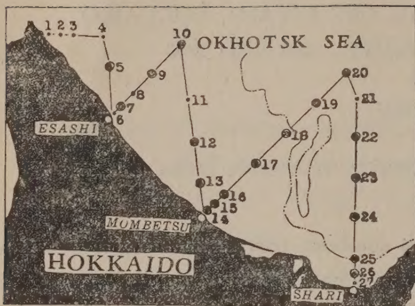


Fig. 1. Positions of collection in summer, 1949

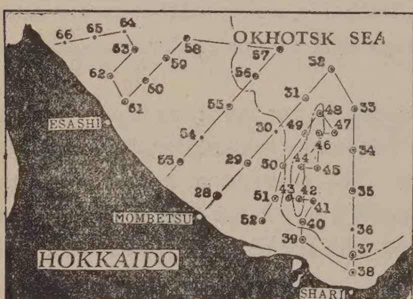


Fig. 2. Positions of collection in summer, 1950



Fig. 3. Horizontal distribution of temperature and salinity at the surface in summer, 1949 (Data provided by Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory)



Fig. 4. Horizontal distribution of temperature at five metre layer in summer, 1950 (Data provided by Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory)



Fig. 5. Distribution of*Calanus plumchrus* in summer, 1949



Fig. 6. Distribution of *Calanus plumchrus* in summer, 1950

Table 1. List of species collected in summer, 1949 and 1950

Family Calanidae	*Heterorhabdus papilliger* (Claus)
Calanus helgolandicus (Claus)	Family Candacidae
C. plumchrus Marukawa	*Candacia pacifica* Mori
C. tenuicornis Dana	Family Pontellidae
C. cristatus Kröyer	*Labidocera japonica* Mori
Eucalanus bungii bungii (Giesbrecht)	*Acartia longiremis* Lilljeborg
Paracalanus parvus (Claus)	*Tortanus forcipatus* (Giesbrecht)
Clausocalanus pergens Farran	*T. discaudatus* (Thompson & Scott)
Pseudocalanus minutus (Kröyer)	Family Cyclopidae
Euchaeta japonica Marukawa	*Oithona similis* Claus
Scolecithricella minor (Brady)	*Microsetella norvegica* (Boeck)
Gaetanus armiger Giesbrecht	*Clytemnestra rostrata* (Brady)
Family Centropagidae	Family Oncaeidae
Centropages bradyi Wheeler	*Oncaea conifera* Giesbrecht
C. abdominalis Sato	*Oncaea media* Giesbrecht
Metridia lucens Boeck	Family Corycaeidae
Pleuromamma abdominalis (Lubbock)	*Corycaeus* sp.

*Eucalanus bungii bungii** has been considered as one of the boreal species (JOHNSON, 1938; KOKUBO, 1950a; Marine Research Committee, State of California, 1950; MOTODA and ANRAKU, 1952) close to both *Calanus cristatus* and *Calanus plumchrus* (Fig. 5). These three were distributed in the offshore region in the present case. *Scolecithricella minor* is rather oceanic in distribution (SATO, 1913; YAMADA, 1933), having not been found to occur in the coastal waters (ANRAKU, 1953); the present observation confirms previous findings in this respect.

The vertical hauls were made at St. 23, at eleven o'clock, on August 8, from the layers of 200–0 m, 400–200 m and 700–400 m. The species collected from each layer are listed in table 2. A distinct thermocline is observed in very shallow layers between 5 and 10 metre depth (IIZUKA, 1950). Therefore, the most part of the species collected by this haul are those which preferred cold water.

Microsetella norvegica was abundant in the upper layer, and *Metridia lucens* occupied the most part of the population in the middle layer. The adults of *Calanus plumchrus* were collected from the middle layer. Such specimens have usually been collected from the deep water in the Japan Sea (YAMADA, 1938; NAKAI, 1942; MOTODA, IIZUKA and ANRAKU, 1950) and in a part of the Pacific Ocean adjacent to northern Japan (NAKAI, 1942; ANRAKU,

*Johnson (1938) established two subspecies in *Eucalanus bungii*. *E. bungii californicus* has a single seta on the second basipodite of mandible, while *E. bungii bungii* has three setae on this segment. The former subspecies is collected off California, while the latter is distributed in more northern waters. Wilson (1950, p. 208) gave the name *E. bungii* to the specimen collected near the Philippines without remarks on subspecies. The present specimen should be identified as *E. bungii bungii*, depending upon the presence of three setae on the second basipodite of mandible.

1952). However, KOKUBO (1950 b) reported that the adult of *Calanus plumchrus* could not be found in the collection in March from 620 metre depth at 30 miles to the west of Cape Tappi, Aomori Pref., on the Japan Sea side. *Metridia lucens* was dominant in the lower layer, in company with several other cold water species. *Oncaea conifera* occurred also in the deep layer (cf. ANRAKU, 1952).

II. Distribution in 1950 (Table 4)

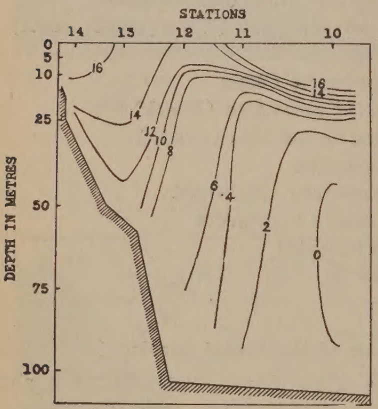


Fig. 7. Isotherms in vertical section of St. 10-14 in summer, 1949 (Data provided by Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory)

The number of species was rather small as compared with that found in the preceding year. Seven species (*Centropages bradyi*, *Pleuromamma abdominalis*, *Labidocera japonica*, *Tortanus forcipatus*, *T. discaudatus*, *Clytemnestra rostrata* and *Oncaea conifera*) could not be found in 1950, though they occurred in 1949. On the other hand, *Oncaea media* appeared only in 1950.

Both *Paracalanus parvus* and *Clausocalanus pergens* were abundantly found in the coastal region without regard to temperature distribution, while *Calanus cristatus*, *C. plumchrus* (Fig. 6) and *Eucalanus bungii bungii* were distributed in the offshore region as in the preceding year.

Scolecithricella minor appeared only in the offshore stations (St. 33, 34, 35, 40) as in 1949, but in less number.

Brief mention will be made of the diatom flora. The quantity of diatoms in 1950 was larger than in 1949. Oceanic cold water species were represented by *Chaetoceros convolutus*, *Thalassiothrix longissima* and *Corethron hystrix*, while coastal water species were mainly represented by *Chaetoceros radicans* as in the case of the observations by IIZUKA and TAMURA (1953) in Ishikari Bay in spring.

In 1950 the oceanic cold water diatoms were abundantly found in the offshore region (St. 29, 43, 50, 51, 55), while the neritic species occurred rather at the coastal region (St. 37, 39, 40, 51, 52, 60, 61, 63).

The writer wishes to express his appreciation to Professor Sigeru MOTODA, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, for giving him kind guidance during his work. He is also indebted to Mr. Atsushi IIZUKA, Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, Yoichi, who kindly sent materials at his disposal to the writer.

Table 2. List of species collected at various depths at St. 23

200–0m	*Calanus plumchrus* (immature)	rr
	Calanus cristatus	rr
	Eucalanus bungii bungii	rr
	Paracalanus parvus	r
	Clausocalanus pergens	rr
	Pseudocalanus minutus	r
	Scolecithricella minor	+
	Oithona similis	rr
	Microsetella norvegica	c
400–200m	*Calanus plumchrus* (immature)	rr
	〃 (adult, ♀, ♂)	rr
	Eucalanus bungii bungii	rr
	Scolecithricella minor	rr
	Gaetanus armiger	rr
	Metridia lucens	cc
	Heterorhabdus papilliger	rr
	Microsetella norvegica	rr
700–400m	*Calanus plumchrus* (adult, ♀, ♂)	rr
	Eucalanus bungii bungii	rr
	Euchaeta japonica	rr
	Gaetanus armiger	rr
	Metridia lucens	+
	Pleuromamma abdominalis	rr
	Candacia pacifica	rr
	Oncaea conifera	rr

cc: very common c: common +: present r: rare rr: very rare

Literature cited

AIKAWA, H., 1933. On the planktology of Okhotsk Sea in autumn. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 2, No. 4, pp. 175–182, (in Japanese).

............, 1938. On the quantitative analysis of the plankton associations in the adjacent seas of Japan. Jour. Imp. Fish. Exp. Stat., No. 9, pp. 67–86, (in Japanese).

ANRAKU, M., 1952. Plankton copepods collected by R. S. "Yushiwo-maru" in Pacific waters to the east of northern Japan during her cruise in November, 1948. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., Vol. 3, No.1, pp. 31–39, (in Japanese).

ANRAKU, M., 1953. Seasonal distribution of pelagic copepods at Oshoro Bay, west coast of Hokkaido. Ibid., Vol. 3, No. 3, pp. 172–192.

IIZUKA, A., 1950. Composition of phytoplankton off north-east coast of Hokkaido in summer 1949. Sci. Pap. Hokkaido Fish. Sci. Inst., No. 4, pp. 31–37, (in Japanese).

IIZUKA, A. and M. Tamura, 1953. The type of the spring plankton in Ishikari Bay. Jour. Hokkaido Fish. Exp. Sta., Vol. 10, No. 6, pp. 39-50, (in Japanese).

JOHNSON, M. W., 1938. Concerning the copepod *Eucalanus elongatus* Dana and its varieties in the Northeast Pacific. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Univ. Cali., Tech. Ser., Vol. 4, No. 6, pp. 165–180.

KANNO, R., 1935. The distribution of plankton during summer in the South Okhotsk Sea and on the coast of Kamchatka. Jour. Fish., Hakodate Coll. Fish., No. 38, pp. 22–32, (in Japanese).

KOKUBO, S., 1950a. Plankton of Mutsu Bay. Rep. Surv. Fish. Resour. Aomori Pref., No. 1, pp. 98–122, (in Japanese).

…………, 1950b. The ecology of certain copepods in Japan Sea and Mutsu Bay. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 16, No. 5, pp. 215–220, (in Japanese).

Marine Research Committee, Department of Natural Resources, State of California, 1950. California Cooperative Sardine Research Program, Progress Report, 1950.

MOTODA, S., A. IIZUKA and M. ANRAKU, 1950. Distribution of plankton in the waters north-west of Hokkaido in summer of 1949. Hokubunihonkai Shinkai Gyoden Chôsahokoku (Rep. Res. Deep Sea Fishery in Northern Japan Sea) Summer 1949, Otaru, pp. 79-109, (in Japanese).

MOTODA, S. and M. ANRAKU, 1952. Plankton investigation (spring and summer of 1951). Ibid., 3rd Rep. for 1951, Otaru, pp. 71-76, (in Japanese).

NAKAI, Z., 1942. Sardine in Korea. Kaiyo-no-kagaku, Oceanogr. Soc. Jap., Vol. 2, No. 3, pp. 198–204, (in Japanese).

SATO, T., 1913. The pelagic copepoda. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Sta., Vol. 1, pp. 1–79, (in Japanese).

WILSON, C. B., 1950. Copepods gathered by the United States Fisheries Steamer "Albatross" from 1887 to 1909, chiefly in the Pacific Ocean. U. S. Nat. Mus., Bull. 100, Vol. 14, pt. 4, 441p.

YAMADA, T., 1933. Report on the distribution of the plankton in the neighbouring seas of Tyosen, in June, 1932. Appendix, Ann. Rep. Hydrogr. Obs., No. 7, Fish. Exp. Sta. Gov. Gen. Tyosen, pp. 1–7, (in Japanese).

…………, 1938. Supplementary note on the classification of some species of copepoda. Suisan-gakkai-ho, Vol. 7, No. 4, pp. 183–188, (in Japanese).

(水産科学研究所業績 第196号)

Table 4. Relative abundance of species at each station in 1950

station	28	29	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61	62	63
date	24/VIII	〃	〃	〃	〃	25/VIII	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	26/VIII	〃	〃	〃	〃	〃	〃	29/VIII	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	30/VIII
depth (m)	75	150	50	400	〃	〃	〃	100	50	100	200	400	100	150	100	400	100	400	100	150	100	〃	75	〃	100	200	400	100	〃	〃	75	20	75
Calanus helgolandicus	r							r	rr	+	rr											rr	+	r							rr	rr	
Calanus plumchrus		c	rr	+	r	r	+				rr	+	rr		r	+	r	+	rr	r	rr	rr			r	r	rr	r	rr				
Calanus cristatus		+		rr	rr	rr										rr											rr						
Calanus tenuicornis	rr							r		r														r									
Eucalanus bungii bungii		rr		rr	r	r	r				rr	rr				rr		r	rr		rr					rr	rr		rr				
Paracalanus parvus	+	rr	rr	rr	rr	r	rr	+	r	+	+	r	+	rr	rr	rr	rr	rr	+	r	rr	rr	r	+	rr	rr	rr	cc	cc	r	+	r	r
Clausocalanus pergens	+	rr		rr				+	rr	+	+												+	+				+	+	r	r	r	+
Pseudocalanus minutus			rr	r	r	r	rr					rr	+		+	c	rr	+	c	cc	+	+			+	+	c						
Euchaeta japonica				+	r	r	r					rr				rr											rr						
Scolecithricella minor					r	rr	rr				rr																						
Gaetanus armiger				rr		rr	rr																				rr						
Centropages abdominalis																										r		r	r	rr	rr		
Metridia lucens		cc		cc	c	cc	cc			rr	rr	cc	+	rr	rr	cc	c	cc						rr			c				rr		
Heterorhabdus papilliger																											rr						
Candacia pacifica					r		r																										
Acartia longiremis																							rr										
Oithona similis	r	rr	cc	rr	c	+	cc	+	r	c	c	+	+	r	cc	c	cc	c	+	c	+	+	r	cc	+	cc	cc	cc	cc	r	c	r	r
Microsetella norvegica						rr	rr	+	r				+								rr	rr	rr	r									rr
Oncaea media	r							r	rr														rr										
Corycaeus sp.	+							r	rr				r										rr	rr								rr	

cc: very common c: common +: present r: rare rr: very rare

Table 3. Relative abundance of species at each station in 1949

station	5	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26
date	11/VIII	〃	10/VIII	〃	〃	〃	7/VIII	〃	〃	〃	〃	〃	〃	8/VIII	〃	〃	〃	〃
depth (m)	50	30	100	〃	〃	50	25	〃	50	150	〃	400	〃	〃	200	400	250	50
Calanus helgolandicus	r	rr	rr			rr		rr	rr								rr	rr
Calanus plumchrus	rr		rr	r	c	rr				rr	rr	rr	r	rr	rr	rr	rr	
Calanus cristatus													rr	rr	rr			
Calanus tenuicornis	rr								rr									rr
Eucalanus bungii bungii										rr	rr	rr	r	rr	rr	rr		
Paracalanus parvus	cc	+	rr	+	r	+	r	+	+	+	c	rr	rr	r	r	r	cc	c
Clausocalanus pergens	r	c				+	+	r	rr	+					rr			
Pseudocalanus minutus	rr	+	rr	+	cc				rr	r				r	r			
Euchaeta japonica		rr								rr			r	rr				
Scolecithricella minor	r				+				rr	r	rr	rr	rr	r	+	rr	+	
Gaetanus armiger												rr	rr	rr				
Centropages bradyi																		rr
Centropages abdominalis				rr		rr												
Metridia lucens	rr			c	rr				rr	+		cc	cc	cc		cc	c	
Pleuromamma abdominalis												rr		rr				
Heterorhabdus papilliger														rr				
Candacia pacifica													rr					
Labidocera japonica						rr												
Acartia longiremis							rr											
Tortanus forcipatus																		rr
Tortanus discaudatus						rr	rr											
Oithona similis	r	rr	rr	rr	rr	r	rr	rr	+	+	c	r	rr		rr	r	rr	r
Microsetella norvegica															c			
Clytemnestra rostrata						rr												
Oncaea conifera										rr	rr	rr	rr	rr		rr	rr	
Corycaeus sp.						r	r											

cc: very common c: common +: present r: rare rr: very rare

REVISION OF *Hypomesus olidus* (*PALLAS*) AND *Hypomesus japonicus* (*BREVOORT*) OF HOKKAIDO, JAPAN

Keikichi HAMADA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Hypomesus olidus has very generally been confused with *Hypomesus japonicus*. Some scholars have considered them to be a single species while others have differentiated them as two species.

According to HUBBS (1925), *H. olidus* differs sharply from *H. japonicus* in the smaller number of the scales, there being 54 to 62 rather than 63 to 68 in the course of the lateral line. According to BERG (1932), however, *H. olidus* has 53 to 68 scales in the course of the lateral line, and by him *H. japonicus*, *H. vercundus* and *H. olidus* are referred to a single species.

In consequence of the confusion in the classification of these species, as stated above, the present author has encountered difficulty in the synecological research of the pond smelt, *H. olidus*, which inhabits off the coast of Hokkaido, Japan. Therefore, he is faced with the urgent necessity of making a taxonomic revision of genus of *Hypomesus* taken from Hokkaido.

As results of the present research, it was confirmed that there are differences in the size of scales, the number of vertebrae and the position of pelvic insertions between *H. olidus* and *H. japonicus*, as was pointed out by JORDAN & HUBBS (1925), HUBBS (1925) and NOJIMA (1938). Moreover, it was found that the length and shape of the maxillary, the shape of the stomach and its appendage are different in the two different species.

1. Materials

With the exception of a few collections, all of the material used in this study was obtained off the coast of Hokkaido. Two series were taken in the Ishikari River. The specimens are shown in Tables 1 and 2. All specimens were preserved in 10 % formalin.

2. Ratio of head-length to body-length

So far as the small individuals are concerned the relative length of the head in proportion to the body length without caudal fin, is about the same in *H. olidus* as in *H. japonicus* (Fig. 1), but it is diverse in specimens larger than about 90 mm long. The head is about 23 % of body length in *H. olidus*, and about 22 % in *H. japonicus*. This difference is, however, too slight to establish two species. The relative length of the head to the body length is not sufficiently different in the present case to form a basis for classification in two species.

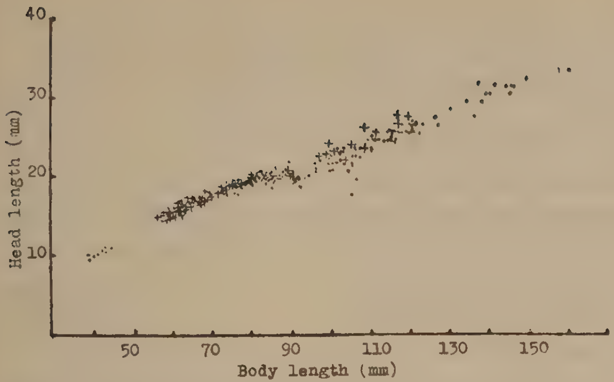


Fig. 1. Relation between the head length and the body length. The dots and the crosses show respectively *H. japonicus* and *H. olidus*

form, small in number and sometimes entirely lacking (Figs. 2, C and D).

4. Number of fin rays

The number of fin rays has been examined by many scholars, such as PALLAS (1811), SCHMIDT (1904), JORDAN & HUBBS (1925), SOLDATOV & LINDBERG (1930), BERG (1932), NOJIMA (1938) and others. The point was re-examined by the author but no clear differences were found. The detailed results of the re-examinations are as follows;

a) According to the older papers, the number of dorsal rays varied between 8 and 11 in *H. olidus*, and from 9 to 11 in *H. japonicus*. TARANETZ (1936) counted only the branched rays; therefore his data can not be compared with others. In the present research, the number of the dorsal rays varied from 9 to 11 in *H. olidus*, and from 10 to 13 in *H. japonicus*, with one abnormal specimen which has 17 rays, taken at Oshoro Bay on December 9, 1952 (Tables 5 and 6).

b) On the number of the anal rays, the older papers reported that *H. olidus* varied from 13 to 14, and *H. japonicus* from 13 to 17. In this re-examination, that number from 14 to 20 in *H. olidus*, and from 13 to 18 in *H. japonicus* as shown in Tables 7 and 8.

c) SCHMIDT (1904) and BERG (1932) say that the pectoral rays of *H. olidus* varied from 10 to 15 in number,

3. Length and shape of maxillary

H. olidus differs sharply from *H. japonicus* in the length of maxillary. Though the maxillary of *H. olidus* is 38 to 47 % of head length, it is no more than 29 to 39 % in *H. japonicus* (Tables 3 and 4). Canine-like teeth are always formed on the maxillary in *H. olidus* (Figs. 2,A and B). The corresponding teeth of *H. japonicus* are, however, modified in

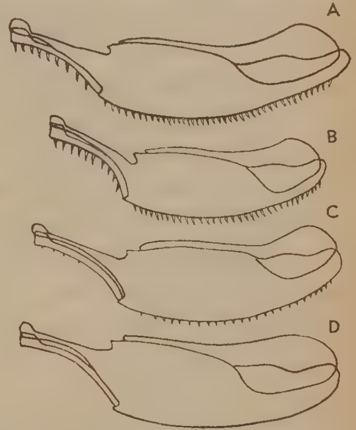


Fig. 2 A shows the maxillary of a female *H. olidus* obtained on October 30, 1934 in Akkeshi Bay; body length 119 mm, maxillary length 11 mm. B shows the maxillary of a male *H. olidus* obtained on November 10, 1952 off the coast of Mombetsu; body length 97.3 mm, maxillary length 9 mm. C shows the maxillary of a male *H. japonicus* obtained on May 6, 1953 in Oshoro Bay; body length 111 mm, maxillary length 9.5 mm. D shows the maxillary of a female *H. japonicus* obtained on October 6, 1934 in Akkeshi Bay; body length 110mm, maxillary length 9.5 mm.

and according to GUENTHER (1866) the rays of *H. japonicus* number fourteen. As a result of the present re-examination, the number of pectoral rays was found to vary from 12 to 14 in *H. olidus*, and from 12 to 15 in *H. japonicus* as shown in Tables 9 and 10.

5. Number of scales in the course of the lateral line

According to HUBBS (1925), there are 54 to 62 scales in *H. olidus*, 63 to 68 scales in *H. japonicus*. JORDAN & HUBBS (1925), JORDAN & EVERMANN (1896) and NOJIMA (1938) also classified *H. olidus* and *H. japonicus* by the number of the scales. SCHMIDT (1904) reported that *H. japonicus* and *H. pretiosus* are local varieties of *H. olidus*. BERG (1932) and SOLDATOV & LINDBERG (1930) referred to *H. olidus* and *H. japonicus* as a single species, and they reported that the scales counted 53 to 68 in the course of the lateral line. In the present research, *H. olidus* was found to differ sharply from *H. japonicus* in the larger size of the scales, there being 54 to 60 rather than 61 to 69 in the course of the lateral line (Tables 11 and 12).

6. Position of pelvic fins

H. olidus is distinguished from *H. japonicus* in the more forward position of the pelvic fins in reference to the dorsal. The present specimens show the pelvic insertion to be usually in advance of, instead of a little behind, a vertical line from the origin of the dorsal, as was described by HUBBS (1925).

JORDAN & GILBERT (1899) reported that the position of the pelvic fins of *H. olidus* varied from slightly in advance of this point in the young to slightly behind in the adult. This variation, however, was found because they erroneously identified *H. japonicus*, which had been collected at Petropoulovsk, with *Mesopus olidus* (HUBBS 1925).

7. Number of vertebrae

The number of vertebrae is a striking taxonomic characteristic of genus *Hypomesus*. According to TARANETZ (1936), the vertebrae of *H. olidus* number 54 to 58, and those of *H. pretiosus* 61 to 64. NOJIMA (1938) counted 54 to 57 in *H. olidus*, and 61 to 64 in *H. japonicus* taken from Hokkaido. SATO, R. (1951) reported that the number of vertebrae of *H. olidus* in several lakes of Japan was 53 to 58. The number counted by the auther, fluctuated from 52 to 58 in *H. olidus* and 59 to 66 in *H. japonicus* (Urostyle was included) as is shown in Tables 13 and 14. *H. pretiosus* described by TARANETZ (1936) had the same number of vertebrae as *H. japonicus* which was identified by the author. TARANETZ (1936) emphasized that *H. japonicus* is a synonym of *H. pretiosus*.

SOLDATOV & LINDBERG (1930) and BERG (1932) say that *H. japonicus* is a synonym of *H. olidus*, and that *H. pretiosus* is a different species.

Fortunately, by the courtesy of Asst. Prof. R. SATO of the Tohoku University, Sendai, Japan, the author had an opportunity to make a detailed examination of two specimens of the surf-smelt, collected from Puget Sound and presented to Asst. Prof. R. SATO by Dr.

WELANDER. These specimens were identified as *H. pretiosus* by American ichthyologists. The specimens differ from *H. japonicus* in respect to the small size of scales, there being 70 in the course of the lateral line. Therefore, the author maintains that *H. olidus* and *H. japonicus* are independent species respectively, as was proposed by HUBBS (1925). The possibility must be examined that *H. japonicus* may be a local variety of *H. pretiosus*, but it is a subject to be decided after ecological and embryological researches. *H. vercundus* may be a synonym of *H. japonicus*, for the description by JORDAN & METZ (1913) indicates no clear difference from *H. japonicus*.

8. Stomach and pyloric caeca

The sotmach of *H. olidus* is V-shaped, and its bending portion is caecal approximately as the result of the swelling of the outside (Fig. 3,A). On the right side of the stomach, there are two finger-like and one to three small pyloric caeca, and one finger-like and one to two small pyloric caeca on the left side (Table 15). The distance from the bending portion of the duodenum, to the end of the finger-like pyloric caeca on the left side of the stomach is usually shorter than half of the distance to the posterior tip of the stomach. The stomach of *H. japonicus* is U-shaped or nearly so and siphonal. The stomach bends somewhat easily in the posterior portion and swells faintly. The pyloric caeca are the same as in *H. olidus* in number (Table 16), but they are longer than those of *H. olidus*. It is usual that the length from the duodenum to the end of the finger-like pyloric caeca on the left side of the stomach is longer, except in a case of overeating, than one half of the distance to the posterior tip of the stomach (Fig. 3,B).

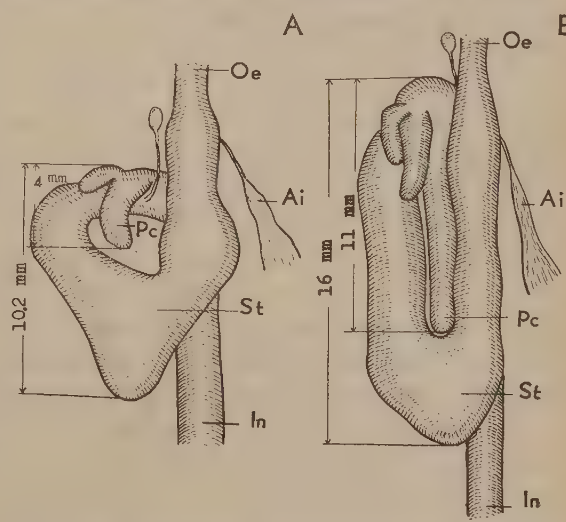


Fig. 3. View of the left side of the stomach. **A** shows the stomach of a female *H. olidus* 69 mm long, obtained on October 30, 1034 in Akkeshi Bay. **B** shows the maxillary of a female *H. japonicus* 98 mm long, obtained on November 16, 1952 off the coast of Muroran.
Ai: air-bladder In: intestine Oe: oesophagus
Pc: pyloric caeca St: stomach

9. Relative length of pectoral fins to length of way to pelvic insertion

According to HUBBS (1925), *H. olidus* differs from *H. japonicus* in the larger size of all the fins, the pectoral reaching more, instead of less, than halfway to the pelvic insertion. In the present research in *H. olidus*, the length of the pectoral fins was found to be 52 to 68 % of the distance to the pelvic insertion, and 43 to 60 % in *H. japonicus* (Tables 17 and 18). That is to say,

the pectorals of some specimens of *H. japonicus* reach more than half-way to the pelvic insertion. According to TARANETZ (1936), the length of pectoral fin of *H. olidus* is 61 to 80 % of the distance to the pelvic insertion and that of *H. pretiosus* (as mentioned before, this species is a synonym of *H. japonicus*) is 51.5 to 61.5 %. As stated above, the length of the pectoral fin of *H. olidus* is generally longer than that of *H. japonicus*. This point is however, not certain as a taxonomic characteristic to classify *H. olidus* and *H. japonicus*.

10. Conclusion

H. olidus differs evidently from *H. japonicus* in several characteristics. If *H. olidus* and *H. japonicus* are referred to a single species, as BERG (1932) has proposed, *H. japonicus* ought to be found in the ponds and the rivers. However, *H. japonicus* has never been found in ponds or rivers at any time of year. The morphological differences are summerized as the following Key.

a_1. Maxillary 38 to 47 % of head, canine-like teeth on it.

b_1. Scales larger than in *H. japonicus*, 54 to 60 along lateral line.

c_1. Pelvic fins usually inserted a little before origin of dorsal.

d_1. Vertebrae fewer in number than in *H. japonicus*, 52 to 58.

e_1. Stomach V-shaped, and approximately caecal. Pyloric caeca shorter than in *H. japonicus*. ··················· *Hypomesus olidus*

a_2. Maxillary 29 to 39 % of head, teeth smaller than in *H. olidus*, fewer in number, or lacking.

b_2. Scales smaller, 61 to 69 along lateral line.

c_2. Pelvic fins usually inserted behind origin of dorsal.

d_2. Vertebrae more numerous than in *H. olidus*, 61 *to* 64.

e_2. Stomach U-shaped, and siphonal or approximately so. Pyloric caeca longer than in *H. olidus*. ··················· *Hypomesus japonicus*

Acknowledgement

The writer wishes to express his gratitude to Prof. S. SAITO and to Asst. Prof. H. NIIYAMA for their guidance throughout the work: to Prof. S. SATO for his advice and for his gift of valuable specimens. Appreciation is offered to Mr K. KUDO and Mr. H. OKESAKU, Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, Yoichi, for the specimens collected off the coast of Muroran and Kiritappu.

The present work was carried out with the financial aid of a subsidy for Scientific Research from the Ministry of Education.

Literature

BERG, L. S. 1932 : Les Poisons des Eaux Douces de l'U.R.S.S. et des Limitrophes. 3rd Ed., Pt. 1, pp. 284~285.

BREVOORT, J. C. 1856 : Notes some Figures of Japanese Fish. Narr. Comm. M. C. Perry's

Exp. to Japan, Vol. 2, p. 278.

EVERMANN, B. W. & E. L. GOLDSBOROUGH 1906: The Fishes of Alaska. Bull. Bur. Fish., Vol. 26, pp. 269～270.

GUENTHER, A. 1866: Catalogue of the Fishes in the British Museum. Vol. 6, pp. 169～170.

HUBBS, C. L. 1925: A Revision of Osmerid Fishes of the North Pacific. Proc. Biol. Soc. Washington, Vol. 38, pp. 49～56.

JORDAN D. S. & C. H. GILBERT 1883: Synopsis of the Fish of North America. pp. 294～295. Washington.

JORDAN, D. S. & B. W. EVERMANN 1896: The Fishes of North and Middle America. Bull. U. S. Nat. Mus., Vol. 47, Pt. 1, pp. 519～527.

JORDAN, D. S. & L. H. GILBERT 1899: The Fishes of Bering sea. Fur-Seal and Fur-seal Islands of the north Pacific Ocean, Pt. 3, pp. 439～440.

JORDAN, D. S. & J. O. SNYDER 1902: A Review of the Salmonoid Fishes of Japan, Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 24, pp. 567～593.

JORDAN, D. S. & C. W. METZ 1913: A Catalogue of Fishes known from the Waters of Korea. Mem. Carneg. Mus., Vol. 6, no. 2, p. 11.

JORDAN, D. S. & C. L. HUBBS 1925: Record of Fishes obtained by David Starr JORDAN in Japan, 1922. Mem. Carneg. Mus., Vol. 10, no. 2, pp. 151～152.

NOJIMA, S. 1938: On the differences of *Mesopus olidus* (*PALLAS*) and *Mesopus japonicus* (*BREVOORT*). Bull. Salmon, Hokkaido *Sake-Masu Hogo-Kyokai*, No. 36, pp. 1～4 (Text in Japanese).

PALLAS, P. S. 1811: Zoographia Rosso-Asiatica. Vol. 3, p. 391.

SCHMIDT, P. 1904: Pisces Marium Orientalium Imperii rossici. pp. 281～282.

SOLDATOV, V. K. & G. L. *Lindberg* 1930: A Review of the Fishes of the Seas of the Far East. Bull. Pacif. Sci. Fish. Inst., Vol 5, pp. 59～60.

SATO, R. 1951: Influence of Natural Enviromental Conditions on the Vertebral Number of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (*PALLAS*). Tohoku Jour. Agr. Res. Vol. 2, no. 1, pp. 127～133.

TARANETZ, A. 1936 : Freshwater fishes of the basin of the north-western part of the Japan sea, Trav. 1'Inst. Zool. 1'Acad. Sci 1'URSS. Vol. 4, pp. 497～499.

TARANETZ, A. 1937 : Materials on the study of ichthyofauna of Soviet Sakhalin. Bull. of the Paci. Scien. Inst. Fish. Ocean. Vol. 12, pp. 15～17.

（水産科学研究所業績 第197号）

Table 1. *H. olidus* used in the present study

Locality	Date	Number of Specimens		Body Length	Note
Akkeshi Bay	Oct. 1936	♂ 2	♀ 4	69—119 mm	
Oshoro Bay	May 8, 1953	♂ 1		101	
Coast of Mombetsu	Nov. 10, 1952	♂ 1	♀ 1	87.5—99.5	Mombetsu, Kitami
Coast of Abashiri	Sept. 21, 1950	♂ 35	♀ 17	58—80	Pyloric caeca were not counted. Length of pectoral fin was not measured.
Ishikari River	June 1, 1936	♂ 2	♀ 1	90—111	Fish ascending to spawn. Ebetsu
Ishikari River	May 22, 1949	♂ 3	♀ 3	99—108	Fish ascending to spawn.

Table 2. *H. japonicus* used in the present study

Locality	Date	Number of Specimens		Body Length	Note
Akkeshi Bay	Sept. 20—Oct. 30, 1934	♂ 2	♀ 6	66—141 mm	
Akkeshi Bay	Apr. 24, 1936	♂ 3	♀ 2	115—157	Spawning season
Oshoro Bay	June 1, 1949	♂ 2	♀ 4	102—120	After spawning Pyloric caeca were not counted.
Oshoro Bay	Dec. 9, 1952	♂ 9	♀ 11	112—127	
Oshoro Bay	May 6, 1953	♂ 1	♀ 2	111—136	After spawning
Coast of Kiritappu	Dec. 9, 1952	♂ 10	♀ 11	96—160	Pyloric caeca were not counted.
Coast of Muroran	Aug. 2, 1952	♂ + ♀ 7		39—44	Maxillary, fin, fin ray, scales were not measured or counted.
Coast of Muroran	Oct. 15, 1952	♂ 5	♀ 5	85—94	Pyloric caeca were not counted.
Coast of Muroran	Nov. 16, 1952	♂ 11	♀ 9	90—107	
Coast of Mombetsu	Nov. 10, 1952	♂ 3	♀ 1	86—115	
Coast of Abashiri	Sept. 21, 1950	♂ 22	♀ 25	74—87	Pyloric caeca were not counted. Pectoral fin length was not measured.

Table 3. Variation in percentage relationship of maxillary to head in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Abashiri	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	May 8, 1952	June 1, 1939	May 22 1949	
Percentage of maxillary to head	38			1				1
	39	1		2				3
	40	1	1	10	1	1	1	15
	41			14			2	16
	42			5			1	6
	43	2		3		1	1	7
	44			13		1		14
	45	1					1	2
	46	1						1
	47			2				2

Table 4. Variation in percentage relationship of maxillary to head in *H. japonicus*

Local.		Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Abashiri	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date		Dec. 9, 1952	Sept.-Oct. 1934	Apr. 24 1936	Nov. 10 1952	Sept. 21 1950	Oct. 15 1952	Nov. 16 1952	June 1 1949	Dec. 9 1952	May 6 1953	
Percentage of maxillary to head	29	1										1
	30											
	31	2										2
	32	4						1		1		6
	33	7			1	10		2	1	7		28
	34	1	1	1		3	1	2			1	10
	35	2	1		2	22	8	7	4	6		52
	36	3	3	2	1	1	1	4	1	6		22
	37		2	2		11		3			1	19
	38	1				1		1			1	4
	39		1									1

Table 5. Variation in number of dorsal rays in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Abashiri	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	May 8, 1953	Jun. 1, 1939	May 22, 1949	
Number of dorsal rays	9	2		13				15
	10	4	2	39	1	2	4	52
	11					1	2	3

Table 6. Variation in number of dorsal rays in *H. japonicus*

Local.		Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Abashiri	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date		Dec. 9, 1952	Sept.-Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	Oct. 15, 1952	Nov. 16, 1952	Jun. 1, 1949	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of dorsal rays	10	4	3	4	1	33	1		1	1	3	51
	11	16	5	1	4	14	4	7	3	13		67
	12	1			5		5	12	2	5		30
	13							1		(17) 1		1 (17) 1

Table 7. Variation in number of anal rays in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Abashiri	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept 21, 1950	May 8, 1953	Jun. 1, 1939	May 22, 1949	
Number of anal rays	14			2				2
	15	1		9				10
	16	3	1	23				27
	17	1	1	17	1		1	21
	18	1		1		3	3	8
	19						1	1
	20						1	1

Table 8. Variation in number of anal rays in *H. japonicus*

Local.		Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Abashiri	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date		Dec. 9, 1952	Sept.–Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	Oct. 15, 1952	Nov. 16, 1952	Jun 1, 1946	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of anal rays	13	1		1		1						3
	14	8				6		1		1		16
	15	10	2	1		26	3	6		9	1	58
	16	1	4	1	2	10	5	10	4	7	2	46
	17	1	2	2	2	4	2	1	1	3		17
	18							2	1			3

Table 9. Variation in number of pectoral rays in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Abashiri	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Sept.–Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	May 8, 1953	Jun. 1, 1939	May 22, 1949	
Number of pectoral rays	12	4		11	1		2	18
	13	2	2	41		3	2	50
	14						2	2

Table 10. Variation in number of pectoral rays in *H. japonicus*

Local.		Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Abashiri	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date		Dec. 9, 1952	Sept.– Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	Oct. 15, 1952	Nov. 16, 1952	Jun. 1, 1949	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of pectoral rays	12					1						1
	13	13	1		1	18	4	7	2	5		51
	14	7	6	5	2	28	6	11	4	15	3	87
	15	1	1	1	1			2				6

Table 11. Variation in number of scales of *H. olidus* in the course of lateral line

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Abashiri	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	May 8, 1953	Jun. 1, 1939	May 22, 1949	
Number of scales	54			2				2
	55	1		9				10
	56		1	14				15
	57	2		13		2	3	20
	58	3		11	1	1	2	18
	59		1	3				4
	60						1	1

Table 12. Variation in number of scales of *H. japonicus* in the course of lateral line

Local.	Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Abashiri	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date	Dec. 9, 1952	Sept.-Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	Oct. 15, 1952	Nov. 16, 1952	Jan 1, 1949	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of scales 61			1								1
62		1			1						2
63	7	1		1	5	1	2		1		18
64	10	2	1	2	7	3	2		4		31
65	3		2		10	1	7	3	5	2	33
66	1	2	1	1	12	2	3		4		26
67		2			11	3	5	3	4		28
68							1		2	1	4
69					1						1

Table 13. Variation in number of vertebrae in *H. olidus*

Local.	Akkeshi	Mombetsu	Akkeshi	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date	Sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	Sept. 21, 1950	May 8, 1953	June 1, 1939	May 22, 1949	
Number of vertebrae 52					1		1
53							
54							
55	1		10				11
56	5	1	23	1		1	31
57		1	15		2	4	22
58			4			1	5

Table 14. Variation in number of vertebrae in *H. japonicus*

Local.	Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Aba-shiri	Muro-ran	Muro-ran	Muro-ran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date	Dec. 9, 1952	Sept.-Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Sept. 21 1950	Aug. 2, 1952	Oct. 15, 1952	Nov. 16 1952	June 1, 1949	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of vertebrae 59			1				1					2
60					2						1	3
61						1						1
62	1	3	1		14			1		4		24
63	9	3	2	2	12	2	2	5	3	8	1	49
64	8	1	1	2	11	5	4	11	1	8		52
65	3	1			6		3	3	2		1	19
66					2							2

Table 15. Variation in number of pyloric caeca in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	May 8, 1953	June 1, 1939	May 22, 1949	
Number of pyloric caeca	4	4				2	6
	5	1	2		3	1	7
	6	1		1		1	3
	7					2	2

Table 16. Variation in number of pyloric caeca in *H. japonicus*

Local.		Akkeshi	Akkeshi	Mombetsu	Muroran	Oshoro	Oshoro	Total
Date		Sept.-Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Nov. 16, 1952	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Number of pyloric caeca	4			3				3
	5	7	4		8	9	1	29
	6	1	1	1	12	10	2	27
	7					1		1

Table 17. Variation in percentage of length of pectoral fins to distance between pectoral and pelvic insertions in *H. olidus*

Local.		Akkeshi	Mombetsu	Oshoro	Ebetsu	Ishikari	Total
Date		Sept.-Oct. 1934	Nov. 10, 1952	May 8, 1953	June 1, 1939	May 22, 1949	
Percentage of length of pectoral fins to distance between pectoral and ventral insertions	52					1	1
	53						
	54					1	1
	55						
	56		1				1
	57						
	58						
	59	1				1	2
	60				1	1	2
	61	1					1
	62						
	63			1	1		2
	64	1	1				2
	65						
	66	1					1
	67	1			1		2
	68	1					1

Table 18. Variation in percentage of length of pectoral fins to distance between pectoral and pelvic insertions in *H. japonicus*

Local.	Kiri-tappu	Akkeshi	Akkeshi	Mom-betsu	Muroran	Muroran	Oshoro	Oshoro	Oshoro	Total
Date	Dec. 9, 1952	Sept.-Oct. 1934	Apr. 24, 1936	Nov. 10, 1952	Oct. 15, 1952	Nov. 15, 1952	June 1, 1949	Dec. 9, 1952	May 6, 1953	
Percentage of length of pectoral fins to distance between pectoral and ventral insertions: 43	1									1
44									1	1
45	1						1			2
46	2				1			1		4
47	2		1				3			6
48	4					3	1	3		11
49									1	1
50	1		2	1	2	3	1	6		16
51	1					1		3		5
52				1	4	6				11
53	3	3		1		1		3		11
54	2		2		2			2	1	9
55	2	2				2		2		8
56	1	1		1	1	2				6
57	1					1				2
58						1				1
59		1								1
60		1								1

NOTES ON THE ICHTHYOFAUNA OF THE FRESH WATERS IN HOKKAIDO, JAPAN

Shin-ichi SATO and Kiyu KOBAYASHI

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

On the fresh water fishes of Hokkaido, many scholars have studied from the point of view of taxonomy and biogeography, e. g., TANAKA ('31), OKADA & IKEDA ('38) and MORI ('37). Recently a few species have been added by S. I. SATO ('51) and S. I. SATO & KOBAYASHI ('51): *Lampetra japonica kessleri* (*ANIKIN*) and *Cottus hangiongensis MORI*. In making further studies on the fishes, the workers have collected some rare fishes hitherto unrecorded from Hokkaido. In the present paper 3 species, *Pseudorasbora pumila MIYADI*, *Parasilurus asotus* (*LINNAEUS*) and *Leucopsarion petersi HILGENDORF*, are described as new occurrences, and some supplementary notes are added on *Cottus hangiongensis MORI*.

Here the workers wish to express cordial thanks to Mr. R. YUKI and Mr. T. MIYATANI for valuable aid in collecting the specimens.

Pseudorasbora pumila MIYADI

Nom. Jap. Shinai-motsugo

Pseudorasbora pumila; MIYADI, 1930, Sinai-numa; OKADA & MATSUBARA, 1938, p. 75, Gunma, Tokyo, Ōu district except Aomori; OKADA & NAKAMURA, 1948, p. 168, Northern Japan Proper from Kanto, Gifu.

Twelve specimens, measuring 35-58 mm in body length, collected from Nezaki, near Hakodate, in Oct., 1953.

D. 10; P. 12-13; A. 8-9; V. 8; Scales 34-35.

Head 3.50-3.88 in body length; depth 3.84-4.13. Eye 3.52-4.31 in head length; interorbital space 2.15-2.39; snout 2.56-2.87; maxillary 3.17-3.70; longest dorsal ray 1.36-1.57; pectoral fin 1.50-1.85; anal fin 1.69-2.09. Caudal peduncle 1.87-2.14 in depth of body. Lateral line absent or present only on first four or five scales, usually unequal in each side.

In Hokkaido this species inhabits only the pond of Nezaki.

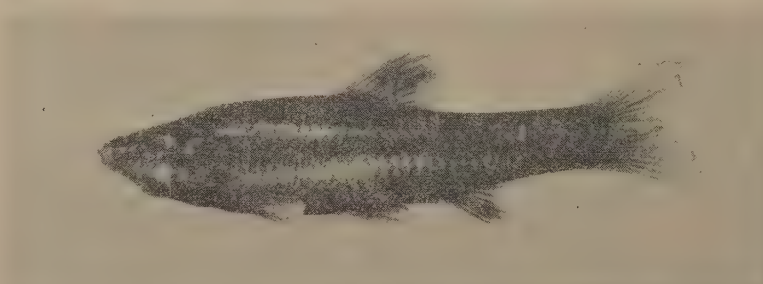


Fig. 1. *Pseudorasbora pumila MIYADI*, 69 mm in total length, from Nezaki

Parasilurus asotus (LINNAEUS)

Nom. Jap. Namazu

Parasilurus asotus; JORDAN & FOWLER, 1903, p. 903, Niigata, Morioka, Tana River, Kawatana, Sendai, Ichinoseki, Chikugo River at Kurume, Tsuchiura, Lake Biwa at Matsubara, and Formosa; JORDAN, TANAKA & SNYDER, 1913, p. 58, China, Japan; OKADA & MATSUBARA, 1938, p. 66, Japan proper, Shikoku, Kyushu, Korea, Formosa, China, Manchukuo; OKADA & NAKAMURA, 1948, p. 145, Japan except Hokkaido, Korea, China; TANAKA, 1952, p. 840, Asia except Ryukyu, Ogasawara and Hokkaido.

Two specimens measuring 103–360 mm in body length were collected by authors from the Matsukura River in Hakodate, in June and Sept., 1953.

D. 5; A. 76–77; P. I, 13; V. 12.

Head 3.89–4.55 in body length; depth 5.97–6.81; length of base of anal 1.66 1.80; maxillary barbel 3.63-5.80. Eye 7.85–10.82 in head length; interorbital space 2.02-2.33; snout 3.11-3 39; maxillary 2.42–2.69; depth of caudal peduncle 4.03–5.03; barbel on lower jaw 3 49-4 44; longest dorsal ray 2.59–2.78; anterior anal ray 1.90–2.81; ventral fin 2.59–2.72; upper pectoral ray 1.83–2.07. Length of pectoral spine 55.2–55.8 in pectoral ray. Body length 360 mm on larger one, while smaller one is 103 mm long.

Authors collected only two specimens from the Matsukura River in Hakodate, this species seems to be propagated naturally at the Matsukura River and Goryokaku Pond in Hakodate, and it is known to inhabit also in the waters near Shimamatsu in the vicinity of Sapporo.

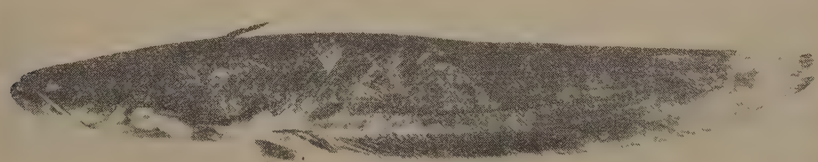


Fig. 2. *Parasilurus asotus* (LINNAEUS), 405 mm in total length, from the Matsukura River

Cottus hangiongensis MORI

Nom. Jap. Kankyo-kajika

Cottus hangiongensis; MORI, 1930, p. 54, Kai-nei in Korea; SATO & KOBAYASHI, 1951, p. 129, Southern Hokkaido.

In a previous paper (1951) observations were reported on 31 specimens, measuring 50–127 mm in body length, collected from the Daitobetsu, Moheji and Hekirichi Rivers in Southern Hokkaido.

Here are described 6 specimens, 60-116 mm in body length, collected from the Shiriuchi

River, in July 1949.

D. VIII-IX, 19-24; P. 13-14; A. 15-17; V. I, 4.

Head 3.28-3.76 in body length; depth 4.72-5.84. Depth of caudal peduncle 2.71-3.24 in head length; snout 3.00-3.41; maxillary 1.84-2.60; interorbital space 6.09-8.41; diameter of orbit 3.36-4.53; ventral fin 1.38-1.63. Length of snout to vent in body length 1.77-1.94; vent to caudal 2.02-2.06.

Preopercular spine is only one stout spine, usually covered by skin, lateral line above the middle of body, reaching to candal. Palatines toothless, teeth in broad bands on jaws, narrower on vomer. Color in formalin grayish or brown, two black spots on caudal peduncle. Males are rather dark gray in spawning season, and females are usually light brown in the same season.

This species seems to live in Hokkaido, while hitherto unknown from Japan Proper.

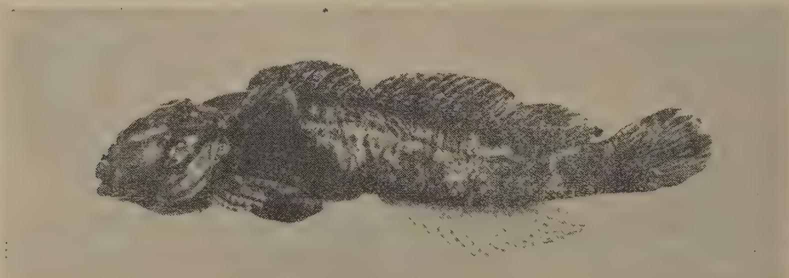


Fig. 3. *Cottus hangiongensis* MORI, 139 mm in total length, from the Hekirichi River

Leucopsarion petersi HILGENDORF

Nom. Jap. Shiro-uwo

Leucopsarion petersi; JORDAN & SNYDER, 1902, p. 125, Niigata, Hiroshima; JORDAN, TANAKA & SNYDER, 1913, p. 363, Aomori to Kagoshima; OKADA & MATSUBARA, 1938, p. 364, Aomori to Kagoshima; OKADA & NAKAMURA, 1948, p. 201, all Japan except Hokkaido, Southern Korea.

Eight specimens were collected from the Moheji River, measuring 34-40 mm in body length.

D. 12-14; A. 16-18; P. 12-16.

Head 4.35-5.02 in body length; depth 7.71-10.4; depth of caudal peduncle 10.8-13.0; distace from snout to soft dorsal 1.50-1.61; distace from snout to anal fin 1.67-1.79. Snout 2.77 3.62 in head length; maxillary 2.14-2.45; interorbital space 2.96-3.74; eye 4.14-5.12; longest dorsal ray 1.74-2.67; pectoral ray 1.31-1.66; anal ray 1.74-2.56; caudal ray 1.24-1.57; ventral ray 3.40-4.53.

Authors have specimens only from the Moheji River collected by Mr. T. Miyatani, in May, 1953.

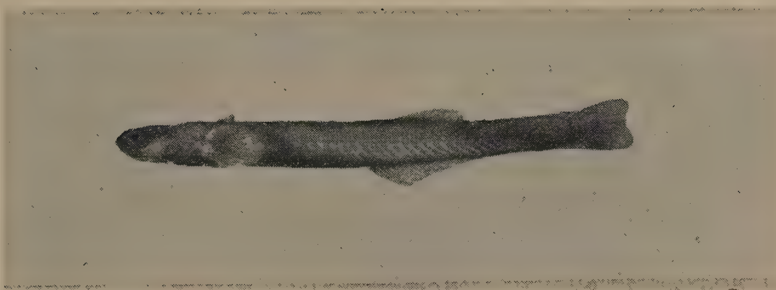


Fig. 4. *Leucopsarion petersi* HILGENDORF, 41 mm in total length, from the Moheji River

Bibliography

1. Hokkaido Fisheries Institute, 1929–1936; Report of Fisheries in Hokkaido. (in Japanese) Vol. 21, 22, 28, 29, 34, 36, 39.
2. JORDAN, D. S. & J. O. SNYDER, 1902; A Review of the Gobioid Fishes of Japan, with Description of Twenty-one New Species. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 24, No. 1244, pp. 125–126.
3. ______ & H. W. Fowler, 1903; A Review of the Cyprinoid Fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 26, No. 1334, pp. 840–841.
4. ______ & ______, 1903; A Review of the Siluroid Fishes or Catfishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 26, No. 1338, pp. 903–904.
5. ______ ______, S. TANAKA, & J. O. SNYDER, 1913; A Catalogue of the Fishes of Japan. Jour. Coll. Sci. Tokyo Imp. Univ., Vol. 33, pp. 1–479.
6. KOBAYASHI, H. 1935; Japanese Fresh Water Fishes and their Parasites. (in Japanese) 148 p. Tokyo.
7. MIYADI, D. 1930; Notes on a new Cyprinoid Fish, *Pseudorasbora pumila* sp. Nov. from Sinai-numa, Prov. Rikuzen. Ann. Zool. Jap., Vol. 12, No. 2, pp. 445–448.
8. MORI, T. 1930; On the Fresh Water Fishes from the Tumen River, Korea, with Description of New Species. Jour. Chosen Nat. Hist. Soc., No. 11, pp. 54-70.
9. ______ 1937; Studies on the Geographical Distribution of Fresh Water Fishes in Eastern Asia. 88 p. Tokyo.
10. ______ 1952; Check List of the Fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr., Vol. 1, No. 3, pp. 1–228.
11. OKADA, Y. & H. IKEDA, 1938; Contribution to the Study of the Freshwater Fish Fauna of Hokkaido, Japan. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Vol. 3, pp. 133–162.

12. ———— & K. MATSUBARA, 1938; Keys to the Fishes and Fish-like Animals of Japan. (in Japanese) 584 p. Tokyo.
13. ———— & M. NAKAMURA, 1948; Fresh Water Fishes of Japan. (in Japanese) 208 p. Tokyo.
14. SATO, S. I. 1951; Studies on the Lampreys of Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., Vol. 1, No. 2, pp. 54–62.
15. ———— & K. KOBAYASHI, 1951; A Noto on the Fresh Water Cottoid Fishes in Southern Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., Vol. 1, No. 3, 4, pp. 129–133.
16. TANAKA, S. 1931; On the Distribution of Fishes in Japanese Waters. Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 3, Pt. 1, pp. 1–90.
17. ———— 1952; Fishes of Japan. Vol. 31–48, pp. 559-960. (Rev. Ed.).
18. TOMIYAMA, I. 1936; Gobiidae of Japan. Jap. Jour. Zool., Vol. 7, No. 1, pp. 37-112.

（水產科学研究所業績 第198号）

STUDIES ON THE CYCLOPTERID FISHES FROM NORTHERN JAPAN AND ADJACENT REGIONS

I. REMARKS ON TWO GENERA, *CYCLOLUMPUS* AND *EUMICROTREMUS*

Tatsuji UENO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate)

INTRODUCTION

The cyclopterid fishes or lump suckers distributing in colder northern seas are very interesting from the taxonomic standpoint as well as in view of their habits and curious forms. Up to the present, the cyclopterid fishes have been far from satisfactorily understood. They have chiefly been classified by their external features. But, those external features have often been subject to various individual or local variations. Actually, there is evidence of considerable variations within the species. It seems, therefore, very difficult to identify accurately these fishes from only the external features. Then, the present author has attempted a rescrutinization of this family from either some external or some internal features in order clarify the identification of the fishes.

During the progress of this study, the present author was able to examine many specimens taken from northern waters off Japan proper, Hokkaido, the Kurile Islands and Saghalin, and he found several new facts about the subject.

In this paper, a comparison of the two genera; *Cyclolumpus* and *Eumicrotremus*, and a review of the Japanese species belonging to the those two genera is presented.

ACKNOWLEDGMENTS

Many people have continually given various help during the preparation of this study. Of these, the present author wishes particularly to express heartfelt thanks to Profs. Shin-ich SATO and Saburo SAITO of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University, and also to his former teacher, Mr. Toyoji HIKITA, who is now employed in the Muroran Aquarium, Hokkaido. They have given various instructive advice and kind permission to inspect many valuable specimens used in this study. Further, the author expresses grateful thanks to the following gentlemen for much kind and valuable assistance: Dr. Yaichiro OKADA and Mr. Tamotsu IWAI of Mie Prefectual University, Dr. Katsuzo KURONUMA of the Fresh-water Fisheries Research Laboratory, Dr. Kiyomatsu MATSUBARA of Kyoto University, and Dr. Tokiharu ABE of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. Finally, acknowledgment is made of indebtedness to staff members of Kushiro and Mombetsu Branches of the Hokkaido Fisheries Experimental Station, for collecting materials.

FAMILY CYCLOPTERIDAE

At present, the family CYCLOPTERIDAE is regarded as divided into two subfamilies, viz. CYCLOPTERINAE and LIPAROPSINAE. The former has two dorsal fins, the first being

spinous while the second is rayed. That subfamily comprises the following eight genera:

Genus *Cyclopterus* LINNAEUS 1788
〃 *Eumicrotremus* GILL 1864
〃 *Cyclopteroides* GARMAN 1892
〃 *Lethotremus* GILBERT 1893
〃 *Cyclolumpus* TANAKA 1912
〃 *Cyclopteropsis* SOLDATOV & POPOV 1929
〃 *Cyclopsis* POPOV 1929
〃 *Cyclopterocottus* POPOV 1930

On the other hand, the other subfamily, LIPAROPSINAE, is characterized by the possession of only one dorsal fin. It includes the following three genera:

Genus *Aptocyclus* DE LA PYLAIE 1835 (Syn. *Cyclopterichthys* STEINDACHNER)
〃 *Liparops* GARMAN 1892
〃 *Elephantichthys* HUBBS & SCHULTZ 1934

Diagnosis

Their pelvic fins are modified to an abdominal disk and they attach themselves to rock or other objects. The skin usually is furnished with large or small conical tubercles or spiny plates hidden in the body skin. Those tubercles are armed with many minute prickles or radial ribs on their surface, and some species have smooth and naked skin. Suborbital bones are a long, thin and rather broad process extending to the preopercles. Interopercles are more blade-like than those of LIPARIDAE. Each jaw with a narrow band of simple and villi-form teeth, but vomer and palatine are toothless. Gill-opening is very narrow slit, and situated above the pectoral fin. Gill-membrance is broadly joined to the isthmus. Branchiostegals are six, gill arches are three and half in unmber. There is no slit behind the last gill arch. Pseudobranchiae are well developed.

Pharyngeal bones are armed with small teeth. An occasional one has mucous tubes or lateral pores on top of head, chin and side of body. Pyloric caeca are numerous.

Genus *Cyclolumpus* TANAKA

This genus was established by TANAKA in 1912 based on his *Cyclolumpus asperrimus*, taken from the Japan Sea, as a new genus and new species. It has hitherto been represented by only the generic type. TANAKA defined it as follows: "Body somewhat oblong, closely covered with large tubercles all over except fins, narrow posterior part of head, axil of pectoral, etc.; ventral disk smaller than in *Eumicrotremus*, a closely allied genus." However, during the progress of this study the present author newly added some remarkable characters which were overlooked by original author, viz. both pharyngeal bones are armed with well developed sharp teeth; vent is well separated from posterior margin of abdominal disk, the distance between them being about one-half of head length; first dorsal fin is enveloped by thick skin, usually being hidden in the body skin.

Further, the present author is conviced that *Eumicrotremus birulai* POPOV should properly be referred to the genus primarily because of the structure of pharyngeal teeth and the

tuberculation. Also, *Eumicrotremus derjugini* POPOV and *E. terrae-novae* MYERS & BÖHLKE, both species not yet available for examination, may very probably belong to this genus according to their tuberculation.

Cyclolumpus asperrimus TANAKA

Cyclolumpus asperrimus; TANAKA, 1912, p. 86, pl. 21, figs. 80–83, (Niigata, Japan Sea).

Materials examined:

No. 12615……Off Shin-minato, Toyama Pref.; October 13, 1937; 61 mm long.
Nos. 12616–12617……From Toyama Bay; 1938 (date is lacking); 73 and 70 mm long.
No. 12544……Off Sado Is., Japan Sea; 1940 (date is lacking); 95 mm long.
No. 12546……Off Mombetsu, Hokkaido; February 10, 1952; 94 mm long.

Body oblong, slightly elongated, not swollen in posterior part, width of body larger than the depth, caudal part of body very compressed. Head large, broad, and upper profile very steep from nape to upper lip. Eye large, circular. Interorbital space broad, slightly convex. Mouth lateral, moderate in size, posterior end of maxillary scarcely reaches to the front of orbit. Nostrils tubular, short, and the anterior larger than the posterior. A pair of mucous pores opened on the tip of short tube exist immediately before the anterior nostrils; another pair between anterior and posterior nostrils and a single pore at middle of interorbital space.

Teeth on both jaws small, conical, and forming a narrow band. Upper pharyngeal bones armed with sharp, strong and curved teeth; lower bones are spoon-like form, with a thicket of sharp and strong teeth on the anterior part of them, and similar ones arranged in two rows at side. No mucous tubes or barbels on the chin.

Body and head closely covered with conical bony tubercles, all being armed with weak prickles on their surface and a narrow, smooth area existing between them; tubercles on interorbital space smaller than those on body, and compactly disposed without definite rows; chin all over the small tubercles; pectoral axils, a narrow area behind gill-opening and pre-anal regions naked; base of all fins and first dorsal covered with small tubercles. First dorsal fin very low, and enveloped by thick skin, spines scarcely visible; both dorsals well separated, the distance between them larger than base length of first dorsal fin, and 2 tubercles on either side between first and second dorsals. Gill rakers short, conical and their tips pointed and bent, no prickles on their surface.

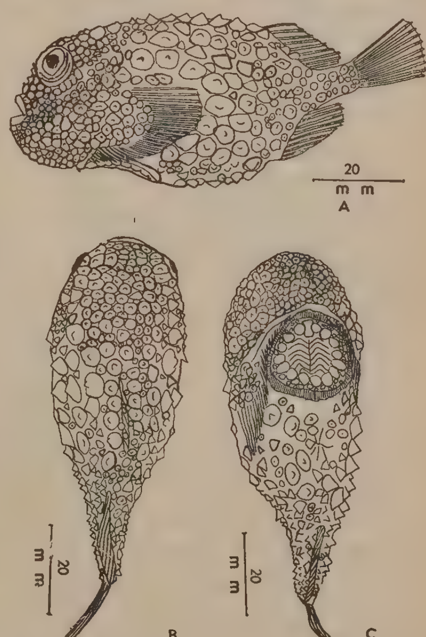


Fig. 1. *Cyclolumpus asperrimus* TANAKA
A… Lateral view
B… Dorsal view
C… Ventral view

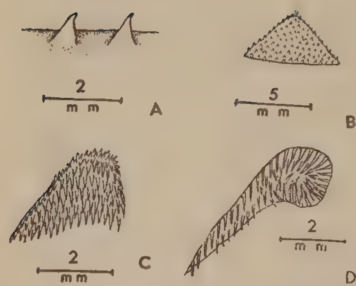


Fig. 2. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower-pharyngeal bone of right side (D), of *Cyclolumpus asperrimus*

Abdominal disk is moderate in size; vent well separated from posterior margin of abdominal disk, its distance 1.5 to 2.0 times diameter of orbit.

Color of body in formalin, pale-rose; darker on back and head; abdomen pale.

Table 1. Measurements and counts of bodily parts of *C. asperrimus* used in this study

Localities	Off Shin-minato	Toyama Bay	Off Sado Island	Off Mombetsu
Date	13, X, 1937	1938	1940	10, II, 1952
No.	12615	12616	12544	12546
Total length (mm)	61	73	95	94
Body length	50	59	78	77
Depth of body	22.5	27	37	36
Width of head	25	25	31	37
Length of head	23	27.5	33	30
〃 snout	6.5	8	10	9.5
〃 maxillary	7	9	11	10
Depth of caudal peduncle	4.5	5	6.5	6
Diameter of orbit	7	8	8.5	8.5
Width of interorbital space	10	12	17	15
Longitudinal diameter of abdominal disk	11	13	17	14
Width of mouth-angles	12	14	19	17.5
Longest dorsal spine	5	6	7	6
〃 dorsal ray	7	8	11	14
〃 anal ray	8	10	15	13
〃 pectoral ray	9	11.5	15	14
〃 caudal ray	11	15	18	18
Distance between abdominal disk and vent	11	13	14	16
〃 between both dorsal fins	9	12	12	16
Length of first dorsal base	8	11	12	11
〃 second dorsal base	10	12	17	16.5
〃 anal base	9	9	16	13
Number of dorsal spine	VI	VI	VI	V
〃 dorsal ray	10	9	10	10
〃 anal ray	10	10	10	10
〃 caudal ray	10	10	10	10
〃 gill rakers on the first arch	9	9	10	10

Cyclolumpus birulai (POPOV)

Eumicrotremus birulai; POPOV, 1928, p. 48, pl. I, figs. 1–2, (Okhotsk Sea).

Materials examined:

No. 12542……Off Otaru, Hokkaido; August 24, 1952; 69 mm long.
No. 12543……From Musashi Bank, Northern Japan Sea; July 29, 1951; 73 mm long.
No. 12551 ……Off Wakkanai, Hokkaido; 1937 (date is lacking); 46 mm long.

Body oval, posterior part of body very swollen, caudal part under the second dorsal fin strongly compressed. Head large, its upper profile sloping from origin of first dorsal to snout, cheek strongly projecting. Eye large, circular, placed in high. Interorbital space broad, its width equal to double diameter of orbit. Nostrils tubular, the anterior ones thick and short, the posterior ones smaller. Mouth width equal to interorbital space; posterior end of maxillary does not reach to the front of eye.

Both jaws with narrow villi-form teeth bands, those of lower jaw arranged in regular 2 rows at side; there are 3 or 4 irregular rows at anterior part; in upper jaw, teeth arranged in 2 rows irregularly at posterior part, and a single row at side. Pharyngeal teeth on upper and lower bones similar to those of *C. asperrimus*, but smaller and fewer; those on lower arranged in double rows at side, a thicket of teeth on the anterior part narrower than that of *C. asperrimus*. Gill rakers very short, tubercular process, and 6 or 7 in number on the first arch.

Body and head closely covered with rough, conical tubercles; prickles on each tubercle very sharp, and so, surface of them very rough; many ones of tubercles on body subequal in size, with narrow but smooth areas between them; those on interorbital space smaller than those of body, but cover entire surface without smooth areas; chin also cloely covered with small tubercles; those on caudal region smallest.

Distinct mucous tubes on top of head and chin, those tubes very short; a pair of them immediately before and behind each anterior nostril respectively; another pair at inside of posterior nostrils; a single tube at middle of interorbital space; 5 or 6 pairs of those tubes on chin.

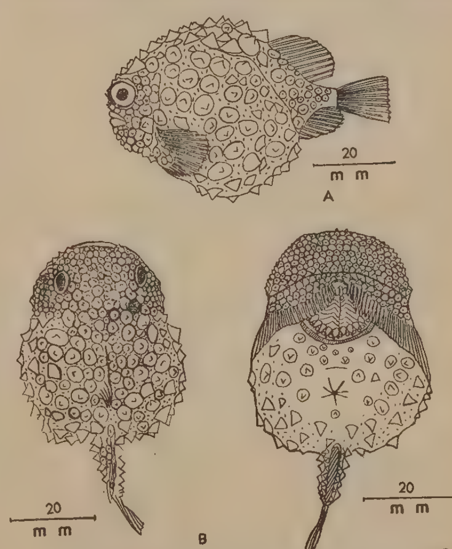


Fig. 3. *Cyclolumpus birulai* (POPOV)
A… Lateral view
B… Dorsal view
C… Ventral view

First dorsal fin very low, enveloped by the thick skin, but spines scarcely visible; the distance between the first and the second dorsals equal to, or slightly shorter than, the base of first dorsal fin, and only one tubercle

Table 2. Measurements and counts of bodily parts of *C.birulai* used in this study

Localities	Off Otaru	Musashi Bank	Off Wakkanai
Date	24, VII, 1952	29, VII, 1951	1937
No.	12542	12543	12551
Total length (mm)	69	73	46
Body length	56	61	37
Depth of body	29	33	19
Length of head	24	25.5	16.5
Width of head	29.0	31.5	20.0
Length of snout	9	9	5
〃 maxillary	6	7	5
Depth of caudal peduncle	5	5	3.5
Diameter of orbit	8	7.5	5
Width of interorbital space	12	14	8
Longitudinal diamter of abdominal disk	12	12	9
Width of mouth-angles	12	14	11
Longest dorsal spine	6.5	6	4
〃 dorsal ray	8	9	5
〃 anal ray	10	9	5.5
〃 pectoral ray	11	11	6
〃 caudal ray	14	13	10.5
Distance between abdominal disk to vent	12	12	6.5
Width of abdominal disk	14	14	10
Number of dorsal spine	VI	VI	VI
〃 dorsal ray	10	10	10
〃 anal ray	11	10	10
〃 pectoral ray	26	26	25
〃 caudal ray	9	10	10
〃 gill rakers on the first arch	7	6	6

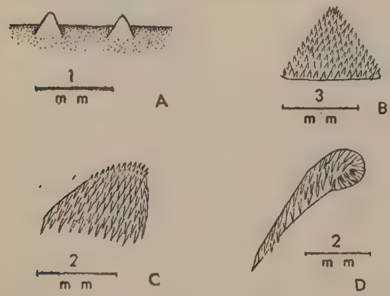


Fig. 4. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower-pharyngeal bone of right side (D), of *Cyclolumpus birulai*

stands on each side between them. Abdominal disk elliptical, vent well separated from the posterior margin of disk, its distance subequal or somewhat less than double the diameter of orbit.

Color of body in formalin, dark grey in back and side, pale in belly; small black spots scattered on body.

Remarks

The present species resembles *C. asperrimus* as above mentioned, but it may be distinguished by general form, being much swollen in posterior part of trunk, by presence of distinct mucous tubes on chin, by very short, tubercular gill rakers, by dentition of lower pharyngeal teeth, by narrower distance between the first and the second dorsals, and by possession of a pair of tubercles between two dorsals, etc. Furthermore, it is easily distinguishable from another allied species, *C. derjugini*, by more numerous tubercles, by chin and pectoral base closely covered with small tubercles, by the first dorsal fin very low and hidden in the thick body skin, by smaller number of fin rays. Further, this species closely

Table 3. Comparison of four species of *Cyclolumpus* based on the presently examined specimens and original descriptions of each species

Species	*asperrimus*		*birulai*		*derjugini*	*terrae-novae*
Materials	Present specimens	Tanaka's holotype specimen	Present specimens	Popov's holo-and pala-type specimens	Popov's holo-and para-type specimens	Myers & Böhlke's holotype specimen
Number of specimen	4	1	3	5	5	1
Localities	Northern Japan	Japan Sea	Hokkaido	Okhotsk Sea	Kara and Barent Sea	North Atlantic
Standard length (mm) (body length)	50-78	92	46-73			41
First dorsal spines	V-VI	VII	VI	VI-VII	VI-VII	VII
Second dorsal rays	9-10	10	10	10-13	12	12
Anal rays	10	9	9-10	11	11-13	11
Pectoral rays	26-27	21	25-26	26	25-27	25
Caudal rays	10	10	10-11	10	10	11
Head in body length	2.14-2.57	2.50	2.24-2.39	2.03-2.20	2.36-2.74	2.81
Depth of body in body length	2.10-2.22	1.83	1.85-1.94	2.37-2.76	1.69-2.28	1.98
Width of head in body length	2.00-2.52	......	1.85-1.94	1.86-2.22	1.96-2.85	2.14
Diameter of orbit in head length	3.29-3.88	3.00	3.00-3.40	2.47-3.38	3.31-4.00	2.47
Width of interorbital space in head length	1.94-2.30	1.75	1.82-2.06	1.90-2.32	2.00-2.36	1.74
〃 mouth in head length	1.72	......	1.50-2.00	1.46-1.73	1.51-1.81	1.54
Depth of caudal peduncle in head length	5.00-5.50	......	4.72-5.10	3.31-3.77	4.68-5.66	3.75
Longest dorsal spine in head length	4.58-5.00	......	3.69-4.25	2.65-3.76	3.27-3.75	......
〃 dorsal ray in head length	2.73-3.44	......	2.83-3.30	......	2.46-4.28	......
〃 anal ray in head length	2.20-2.87	......	2.40-3.00	......	2.07-4.77	......
〃 pectoral ray in head length	2.14-2.56	......	2.18-2.75	1.51-1.78	1.41-1.95	......
Length of first dorsal fin base in head length	2.50-2.85	......	2.18-2.75	1.93-2.34	1.72-2.61	1.62
〃 second dorsal fin base in head length	1.82-2.20	......	2.00-2.12	1.54-1.90	1.46-1.74	1.33
〃 anal fin base in head length	2.06-3.05	......	2.18-2.36	1.72-2.00	1.56-1.87	1.76
Longitudinal diameter of abdominal disk in head length	1.94-2.14	1.67	1.83-2.12	1.36-1.69	1.44-1.83	1.24
Distance from abdominal disk to vent in head length	1.88-2.35	......	2.00-2.54	3.56-4.48	2.88-3.66	......
〃 between first and second dorsals in head length	1.87-2.75	......	2.83-4.00	2.70-3.33	......	......

resembles the Atlantic species, *C. terrae-novae*, (it probably belong to this genus), but differs from it in following points. 1). First dorsal fin (according to the original figure of *terrae-novae*, the first dorsal very high and not enveloped by skin, and spines well visible).
2). Tubercles on body are subequal in size in this species, whereas, they are unequal in *terrae-novae.*
3). Only a single tubercle on each side between the first and the second dorsals in this species, but 2 on each side between them in the latter.

The lump-sucker described and figured by HIKITA and MISU (1952) as *Cyclolumpus asperrimus* is clearly equivalent to this species.

According to ANDRIASHEV (1937), *Eumicrotremus orbis* of SCHMIDT (1904, p. 151) is a synonym of the species. Further he stated as to young specimens of the species (30-40 mm) that tubercles on body are very rough, and are armed with more numerous prickles on their surface and that the eye is larger than those of adult. The smallest specimens amongst those at hand (46 mm long, taken from off Wakkanai, Hokkaido) agrees with the above description.

Genus *Eumicrotremus* GILL

This genus was founded by GILL in 1864 based on the Atlantic species, *Cyclopterus spinosus* of MÜLLER and it was separated from the genus *Cyclopteus* on account of striking difference of their tuberculation. There-after, many species have been added to this genus by many authors. However, *E. brashinikowi* of SCHMIDT and *E. phrynoides* of GILBERT and BURKE were transferred to the new genus *Cyclopterocottus* by POPOV in 1930 because having the spiny plates hidden in the body skin and no conical tubercles on the body.

Diagnosis

Body and head covered with large and small conical tubercles closely, each armed with minute prickles or radial ribs on its surface. Large tubercles of body and head are arranged in definite order as shown in the following figures.

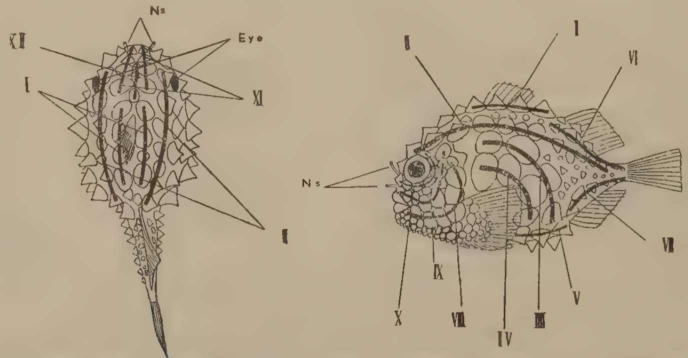


Fig. 5. Illuminative figures of typical fish of *Eumicrotremus*, showing the general series of bony tubercles: I…Dorsal series; II…Upper-lateral series; III…Mid-lateral series; IV…Lower-lateral series; V…Abdominal series; VI…Upper caudal series; VII…Lower caudal series; VIII…Operculo mandible series; IX…Cheek series; X…Suborbital series; XI…Inner-interorbital series; XII…Mid nape series.

There are usually regular four rows of small tubercles on the interorbital space. First dorsal fin free, at times, it enveloped by the skin, but if enveloped, the fin always raises up the back. Both pharyngeal bones furnished with short and blunt teeth, those on lower bone arranged in several rows at side. Chin covered with small tubercles or naked. Distinct mucous tubes on top of head and chin.

Lateral pores present. Abdominal disk large. Vent closer to the posterior margin of abdominal disk than to insertion of anal fin, the distance between abdominal disk and vent less than twice diameter of orbit or less than 20% of body length.

In this paper, three species of this genus, *E. birulai*, *E. derjugini* and *E. terrae-novae* are removed to *Cyclolumpus*, and a subspecies, *E. orbis taranetzi* PERMINOV, is regarded as an independent species by reason of the presence of remarkable characters in comparison with fhe specimens of typical *E. orbis* (GÜNTHER).

Eumicrotremus togedango KURONUMA

Eumicrotremus togedango; KURONUMA, 1943, p. 91, (Paramushir Is., Kurile's).

Materials examined:

Nos. 12535-12536……Off Shumushu Is., Kurile's; July 5, 1941; 99 and 101 mm long.

This species reaches to the largest size among all species of the genus. Body very massive, anterior part of body swollen, but the posterior part very compressed. Head large, nearly a trapezoid-shape in cross-section through the posterior part of orbit. The upper profile of head abruptly declivous from interorbital region to snout. Chin slightly projecting beyond the mouth. Eye large, its diameter equal to the length of snout. Interorbital space wide, flat, and covered with four regular rows of tubercles. Nostrils tubular, the anterior ones shorter and wider than the posterior, the former being colorless, whereas the latter are black. Mouth large, width of mouth-angles larger than that of interorbital.

Teeth on both jaws small and conical shape, arranged in 2 or 3 irregular rows at the anterior part, but becoming a single row at the posterior part on each jaw respectively. Pharyngeal teeth short and blunt, those on both pharyngeal bones arranged as shown in the figres. Gill rakers very short, tubercular, and armed with minute prickles on top.

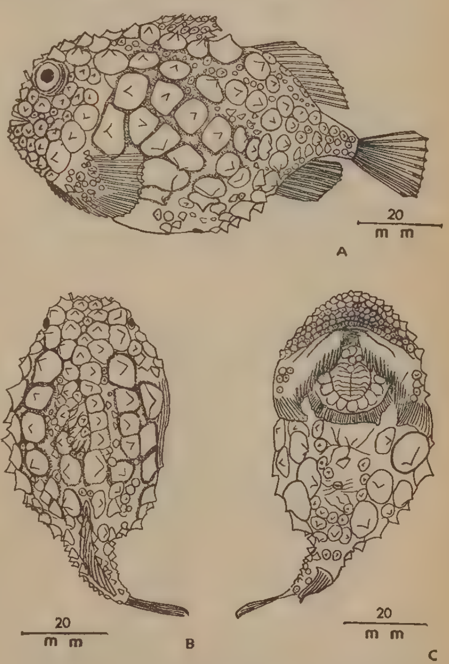


Fig. 6. *Eumicrotremus togedango* KURONUMA
A… Lateral view
B… Dorsal view
C… Ventral view

Body and head entirely covered with large and small tubercles, being armed with feeble prickles; spinous dorsal, chin, pectoral base, and caudal part covered with smaller tubercles; pre-anal region and axils of pectoral fin smooth; dorsal series running along the base of the first dorsal, it ending a largest tubercle between the two dorsals, 5 to 6 in number; (upper-lateral series continued with the outer-interorbital series with a large one above the gill-opening), and running from it to the caudal fin base; inner series of interorbital tubercles not quite continuous with the dorsal series, and a short median series consists of 2 or 3 tubercles situated between the two inner series; mid-lateral series consists of 5 or 6 large tubercles, the last one keeping touch with the abdominal ones; lower-lateral ones composed of 4 or 5 large tubercles, the last one the largest among all tubercles on body; abdominal series placed immediately below the lower-lateral ones, and the last one touches its fellow of opposite side in front of anal fin; upper-caudal series continuing to the upper part of caudal base along the base of second dorsal fin, those tubercles smaller than those along the first dorsal base; lower-caudal series similar to the upper ones; there is a series of 3 to 5 small tubercles above the soft dorsal, and anal fin base; operculo-mandible series consists of 6 or 7 small tubercles; suborbital ones 6 or 7 in number; tubercles of circum-anal region smaller than those of suborbital ones, and 8 in number.

Distinct mucous tubes exist on snout, interorbital space, nape and chin; a single

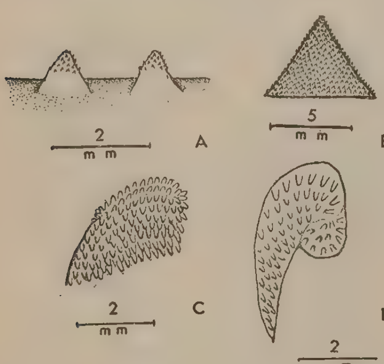


Fig. 7. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower-pharyngeal bone of right side (D), of *Eumicrotremus togedango*

Table 4. Measurements and counts of bodily parts of present specimens of *E. togedango*

Locality	Off shumushu Is.	〃
Date	5, VII, 1941	〃
No.	12535	12536
Tatal length (mm)	99	101
Body length	78	83
Depth of body	40	48
Length of head	32	32.5
Width of head	35	37.5
Length of snout	10	10
〃 maxillary	11	10
Interorbital space	15.5	15
Diameter of orbit	10.5	10
Longitudinal diameter of abdominal disk	19	18
Width of mouth-angles	18	18
Depth of caudal peduncle	6.7	7
Longest dorsal spine	11	10
〃 doral ray	14	13
〃 anal ray	13	15
〃 pectoral ray	15	14.5
〃 caudal ray	20	20
Distance between disk and vent	11.5	13.5
Number of dorsal spine	6	7
〃 dorsal ray	11	11
〃 anal ray	26	26
〃 pectoral ray	10	10
〃 caudal ray	10	10
〃 gill rakers on the first arch	6	6

one at middle of interorbital space, mucous tubes on chin very long; lateral pores present, pores forming a short tube, count 9 or 10 pores along the body side.

Abdominal disk rather large, round, and its longitudinal diameter equal to the width of mouth-angles. Vent well separated from abdominal disk, the distance between them always more than 10% of body length.

First dorsal fin rather high, enveloped by thin skin, tips of spine produced as a long hair, and furnished small tubercles on the fin.

Color in formalin, dark brown on body and head, becoming lighter on the abdominal part; each tubercle surrounded by a black frame.

Eumicrotremus taranetzi PERMINOV

Eumicrotremus orbis taranetzi; PERMINOV, 1936, p. 120, fig. 2, a-b, (Karaginsky Is. & Abatcha Bay, Kamtchatka).

Materials examined:

Nos. 12540-12541……Off Ruizan of Paramushir Is., Kurile; July 4, 1941; 77 and 42 mm long.
No. 12537……Off shumushu Is., Kurile's; July 5, 1941; 71 mm long.
No. 12547……Off Mombetsu, Hokkaido; October 20, 1952; 60 mm long.
No. 12614……Off Araito Is., Kurile; July 8, 1941; 64 mm long.

This species was treated as a subspecies of *Eumicrotremus orbis* (GÜNTHER) by PERMINOV in 1936.

Body stout, nearly globular anteriorly, and posterior part very compressed. Head large. Snout very steep. Interorbital space slightly convex, and armed with four regular rows of tubercles. Posterior nostrils longer than the anterior ones. Mouth moderate, width of mouth-angles larger than that of interorbital space, and subequal to the longitudinal diameter of abdominal disk. Teeth on both jaws villi-form, arranged in 3 or 4 irregular rows anteriorly and 2 posteriorly. Teeth on pharyngeal bones very short, but slightly pointed; lower pharyngeal bone with a developed teeth-thicket on its anterior part, and inner ones enlarged. Gill rakers very short, tubercular, but no prickles on their tops.

Body and head closely covered with large and small tubercles, which are nearly smooth or armed with weak and few prickles. Base of large tubercles touch or are very close to each other. Chin and pectoral base covered with small tubercles. Dorsal series 3 or 4, the last one the largest and situated between the first and the second dorsals; a peculial tubercle preceded insertion of the first dorsal fin; the outer-interorbitals

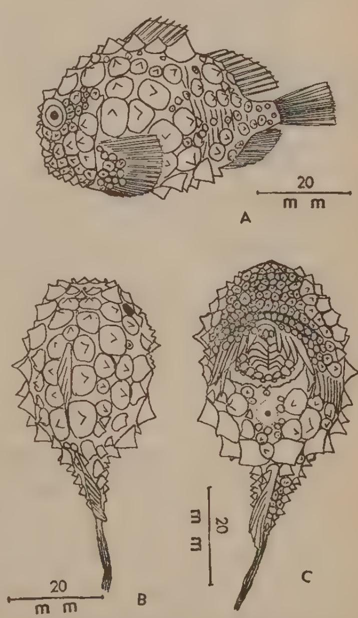


Fig. 8. *Eumicrotremus taranetzi* PERMINOV

A… Lateral view
B… Dorsal view
C… Ventral view

continued with the upper-lateral series; mid-lateral series consists of 4 to 6 tubercles; lower-lateral ones always 4, and the last one the largest among all tubercles on body; the abdominals 3 on each side; inner-interorbital series obstructed by a median tubercle; a large one under the front of second dorsal fin on each side; the upper-caudal ones inconspicuous; the lower-caudals extend to the lower part of caudal fin base; the operculo-mandibles consists of 7 or 8 tubercles.

The first dorsal fin entirely free and high, tip of spines projecting from fin-membranes and with short filament, and minute tubercles scatterd on the fin.

Mucous tubes on top of head and snout very short; a pair of them at the front of snout; two pairs before and behind the nostrils; there is a pair of tubes between anterior and posterior nostrils; a single pore exists at middle of interorbital space; longer tubes on chin, which are arranged in a row on each side of it. Lateral pores present, but not so distinct as those of *E. togedango*.

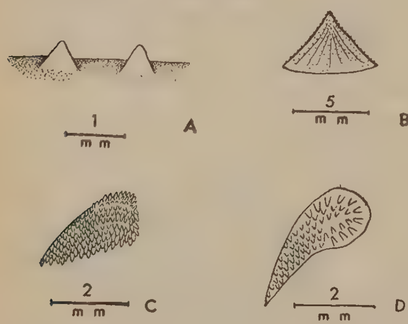


Fig. 9. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower pharyngeal bone of right side (D), of *Eumicrotremns taranetzi*

Abdominal disk moderate, its longitudinal diameter 23.2 to 26.4% of body length. Vent very close to the abdominal disk, the distance between the posterior margin of abdominal disk to vent 7.4 to 9.5% of body length.

Color in formalin, brown or dark grey on back and side of body and head; abdomen pale; base of tubercles surrounded by a black frame.

Remarks

According to the original description of this species by PERMINOV, "… some leather-like skin folds laid between abdominal disk and vent, but those folds not serrated; no skin folds surrounding area of vent." However, of five specimens at hand only one possesses those folds, the others having none, but several skin folds are distinctly present in writer's *E. orbis*.

This species differs from typical species, *E. orbis* (*GÜNTHER*) in following points:

1). All tubercles are nearly smooth, having no rough prickles or radial ribs on their surface.

2). Base of large tubercles on body touch or are very close to each other.

3). Chin completely covered with small tubercles.

4). Tubercles on the interorbital spaec are always arranged regular four rows.

5). A pair of large tubercles are situated between the two dorsal fins.

6). Gill rakers are very short, tubercular process, and their tips are not destended.

7). The first dorsal fin is higher than that of *E. orbis*, and tip of spines are armed with a short filament.

8). The distance between the posterior margin of abdominal disk and the vent is somewhat larger than that of *E. orbis*, namely, it is 7.4 to 9.5% of body length in this species

whereas 6.1 to 6.9% in *E. orbis*.

9), Longitudinal diameter of abdominal disk is more than one-half of head length.

Table 5. Measurements and counts of bodily parts of *Eumicrotremus taranetzi* used in this study

Localities	Shumushu Is.	Paramushiru Is.	Paramushiru Is.	Mombetsu	Araito Is.
Date	5, VII, 1941	4, VII, 1941	〃	20, X, 1952	8, VII, 1941
No.	12537	12540	12541	12547	12614
Total length (mm)	71	77	42	60	64
Body length	60	63.5	34	47.5	54
Depth of body	32	36	19	28	26.5
Length of head	24	25	15	20.5	21
Width of head	25	26	16.5	26	24
Length of snout	9.0	10	6.0	7.5	7.5
〃 maxillary	9.0	9.5	5.5	8.0	13
Width of interorbital space	14.5	15	9.0	13	13
Diameter of orbit	8.0	8.0	5.0	6.0	6.5
Depth of caudal peduncle	5.5	6.0	4.0	5.0	5.0
Width of mouth angles	15	16	11	13	13
Longitudinal diameter of abdominal disk	14.5	15.5	9.0	11	13
Distance between posterior margin of abdominal disk to vent	5.0	6.0	3.0	4.0	4.0
Longest dorsal spine	9.0	......	4.5	6.0	8.0
〃 dorsal ray	11	11	6.0	9.0	9.5
〃 anal ray	10	11	7.0	10	10
〃 pectoral ray	11	11	7.0	11	9.0
〃 caudal ray	12	12	9.0	12.5	12
Number of dorsal spine	VI	......	V	V	VI
〃 dorsal ray	10	9	9	10	10
〃 anal ray	10	10	9	10	9
〃 pectoral ray	25	25	26	26	25
〃 caudal ray	10	10	10	10	10
〃 gill rakers on the first arch	7	7	6	7	7

Eumicrotremus orbis (*GÜNTHER*)

Cyclopterus orbis; *GÜNTHER*, 1861, p. 158, (Vancouver Is., North America).

Eumicrotremus orbis; *JORDAN & GILBERT*, 1880, p. 454.

Eumicrotremus orbis orbis, *PERMINOV*, 1936, p. 117.

Materials examined:

No. 12539……Off Ruizan of Paramushir Is., Kurile; July 4, 1941; 81 mm long.
No. 12882……Off Shisuka, Saghalin; August, 1935 (date is lacking); 74 mm long.

Body and head covered with rough conical tubercles, which are armed with weak prickles and radial ribs, and are radiating from top of cone to base, and tip of tubercles appeared as a projecting spine.

In dorsal series 5 tubercles are counted, the last 2 larger than the anterior 3 and situated between the two dorsal fins; interorbital space covered with irregular 5 to 6 rows of small tubercles except both outer-interorbital series, which completely connect with the upper-lateral ones; upper-lateral series ends under the origin of second dorsal fin; tubercles of mid-lateral series very large, and arranged somewhat irregulary, ending immediatly before the anal fin, 6 or 7 in number; lower-lateral series begins from the posterior part of pectoral fin, the first is the largest; in the area between dorsal and upper-lateral series an irregular row of small tubercles is found, and also a similar row between upper-lateral and mid-lateral series; abdominal series obsolete, or represented by only 3 or 4 very small ones; tubercles on upper- and lower-caudal series very small; many small ones scattered on area between those caudal series; operculo-mandible series developed, 7 or 8 tubercles stand in a row along the opercular margins; bases of pectoral, second dorsal, and anal fin covered with minute tubercles, but pre-anal region, axils of pectoral, and chin except margin entirely naked.

Upper and lower jaws with villi-form teeth, arranged in a single row on upper jaw posteriorly, but two on lower jaw. Upper pharyngeal teeth very short and blunt, those on lower bone longer and more sharp, and anterior ones enlarged.



Fig. 10. *Eumicrotremus orbis* (*GÜNTHER*)
A··· Lateral view
B··· Dorsal view
C··· Ventral view

Gill rakers short club-like form, and their tips distended. First dorsal fin free, not enveloped by thick skin and spines easily visible. Posterior nostrils longer than the anteriors. Two pairs of short mucous tubes exist in front of anterior nostrils; a single one at middle of interorbital space, but no ones between anterior and posterior nostrils, three pairs of long tubes on each side of chin.

Abdominal disk rather small, round, and its longitudinal diameter subequal to the length of postorbital part of head. Vent closer to the posterior margin of abdominal disk than to the front of anal fin. There are five skin folds between abdominal disk and vent, but those not serrated. The distance from abdominal disk to vent only 6.1 to 6.9 % of body length. Lateral pores present, but not distinct.

Color in formalin, light brown uniformly; head darker than body and abdomen lighter; all fins uncolored.

Table 6. The following measuremnts and counts of bodily parts of *E. orbis* are based on a single specimen taken from Paramushir Island on July 4, 1941; the values are expressed in both ratio and percentage to body length (B.L) or head length (H.L)

Body length (mm)	65	*Ratio to B.L*	*% to B.L*
Depth of body	35	1.85	53.8
Length of head	25	2.31	38.5
Width of head	30	1.92	46.2
		Ratio to H.L	*% to H.L*
Length of snout	7.5	3.33	30.0
〃 maxillary	8.5	2.94	34.0
Width of interorbital space	13.0	2.11	52.0
Diameter of orbit	8.0	3.13	32.0
Depth of caudal peduncle	6.0	4.17	24.0
Longitudinal diameter of abdominal disk	12.0	2.08	48.0
Width of mouth-angles	15.0	1.61	60.0
Distance between posterior margin of disk and vent	4.5	5.56	18.0
Longest dorsal spine	6.0	4.17	24.0
〃 dorsal ray	11.0	2.27	44.0
〃 anal ray	11.5	2.17	46.0
〃 pectoral ray	12.0	2.08	48.0
〃 caudal ray	16.0	1.56	64.0
Number of first dorsal spine	V		
〃 second dorsal ray	9		
〃 anal ray	10		
〃 pectoral ray	24		
〃 gill rakers on the first arch	7		

Remarks

A subspecies, *E. orbis andriashevi* was characterized from typical form as *E. orbis* (*GÜNTHER*), by interorbital space being covered with four to seven irregular rows of small tubercles varying in number, by variability of the number of tubercles between the two dorsals (2 to 4 pairs), by longer distance between abdominal disk and vent (7.1 to 11.4% of body length). The writer's specimens just above described resembles this subspecies in having irregular 5 to 6 rows of small tubercles except both outer-interorbital series, and the distance between abdominal disk and vent is near that in above subspecies, but chin is entirely naked excepting the marginal part; two pairs of large tubercles exist between two dorsal fins. However, the present author considers that the specimens treated here are corresponding to typical species, *E. orbis* (*GÜNTHER*), rather than to the above mentioned subspecies, *E. orbis andriashevi* in having naked chin and other features. And such differences between the two may be a local variation within one species.

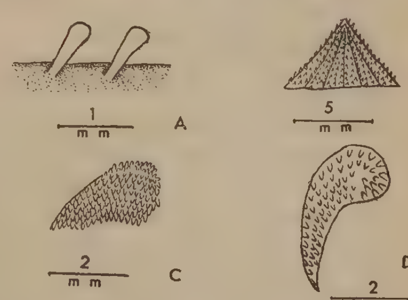


Fig. 11. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower-pharyngeal bone of right side (D), of *Eumicrotremus orbis*

Eumicrotremus pacificus SCHMIDT

Eumicrotremus pacificus; SCHMIDT, 1904, p. 154, pl. 5, fig. 2, a–c, textfig. 9, (Peter the Great Bay).

Materials examined:

No. 12538……Off Ruizan of Paramushir Is., Kurile; July 4, 1941; 74 mm long.
No. 12552……Off Nemuro, Hokkaido; 1943 (date is lacking); 48 mm long.
No. 12618……Off Maoka, Saghalin; May 22, 1943; 36 mm long.
No. 12620……Off Abashiri, Hokkaido; June 25, 1934; 39 mm long.
No. 12883……Off Mombetsu, Hokkaido; February 10, 1951; 30 mm long.

Body spherical, anterior part of body strongly swollen, caudal part under the second dorsal fin rapidly compressed. Head large, broad, and round at side, nearly a quadrilateral form in cross-section through the postorbital region, upper profile of head abruptly steep from interorbital space to upper lip.

Table 7. Comparison of three species of *Eumicrotremus* based on the present specimens and Kuronuma's and Perminov's data

Species	*E. togedango*		*E. taranetzi*		*E. orbis*	
Materials	Present specimens	Kuronuma's specimens	Present specimens	Perminov's specimen	Present specimen	Perminov's specimens
Number of specimen	2	2	5	1	1	3
Standard length (mm)	78-83	74-76	42-77	72	65	
First dorsal spines	VI-VII	VII	V-VI	VII	V	VI
Second dorsal rays	11	10	9-10	10	9	11-12
Anal rays	10	9	9-10	10	10	12
Pectoral rays	26	25	25-26	25	24	24-26
Caudal rays	10	……	10	……	10	……
Number of lateral pores	9-10	9-10	……	……	……	……
Head length of body length (%)	39.2-41.0	35.1-38.2	38.8-44.1	30	38.5	27.0-28.0
Longitudinal diameter of abdominal disk of body length (%)	21.7-24.4	23.4-24.4	23.2-26.4	20	18.5	……
Distance from abdominal disk to vent of body length (%)	14.3-16.3	17.1-18.2	7.40-9.45	4.8	6.9	3.0-4.0
Longest dorsal spine of body length (%)	12.1-14.1	19.3-20.4	12.5-15.0	……	9.3	……
〃 dorsal ray of body length (%)	15.2-17.9	19.2-20.0	18.3-21.1	……	16.9	……
〃 anal ray of body length (%)	16.6-18.1	18.9-19.7	16.7-21.1	……	17.6	……
〃 pectoral ray of body length (%)	17.5-19.2	17.6-19.1	16.7-23.1	……	17.7	……
Interorbital space of body length (%)	18.1-19.8	18.2-19.7	23.8-27.3	……	20.0	……
Diameter of eye of head length (%)	27.1-30.8	……	29.2-33.4	33.5	32.0	26.6-27.0
Interorbital space of head length (%)	40.0-44.2	……	60.0-63.4	66.5	52.0	66.6-67.0
Snout of head length (%)	30.8-31.3	……	31.6-40.0	38.0	30.0	48.0-49.0

Snout broad and bluntly rounded. Eye rather small, its diameter far less than half of interorbital space, which is broad and slightly convex. Mouth large, holizontal, the width of mouth-angles greater than that of interorbital space. The pair of anterior nostrils larger than those of the posteriors. Both jaws armed with a narrow band of villi-form

teeth. Both pharyngeal bones with short and blunt teeth, lower bone comma-shaped; there are 4 or 5 irregular rows of teeth on the outer side and 2 or 3 rows on the inner side of it anteriorly, but in posterior part, teeth arranged in 3 irregular rows. Gill rakers forming blunt-tipped short process, no prickles in their surface.

Body and head covered with large and small tubercles, which are armed with weak prickles; dorsal series undeveloped, represented by only 1 or 2 small tubercles; 2 or 3 tubercles preceding the front of spinous dorsal fin along the median line of nape; interorbital space has 4 irregular rows of small tubercles, but in some individuals those rows indistinct; those of inner rows much smaller than the outer, which number 4 and are continued with the upper-lateral series; inner-interorbital ones interrupted behind the eye; the upper-laterals interrupted under the interspace of both dorsals; mid-lateral series consists of 4 large tubercles, posterior two somewhat smaller than the anterior 2; the lower-lateral ones represented by only a single large one, which stands at back the pectoral fin; abdominal series 3 in number on each side; the upper- and lower-caudals present, but very small and indistinct; area between the two caudal series smooth, or with a few minute scattered tubercles; a pair of rather large ones set on the front of second dorsal fin; the operculo-mandibles 9 or 10 in number, tubercles becoming smaller underward gradually; tubercles of suborbital ones very small, and surrounding the lower margin of orbit.

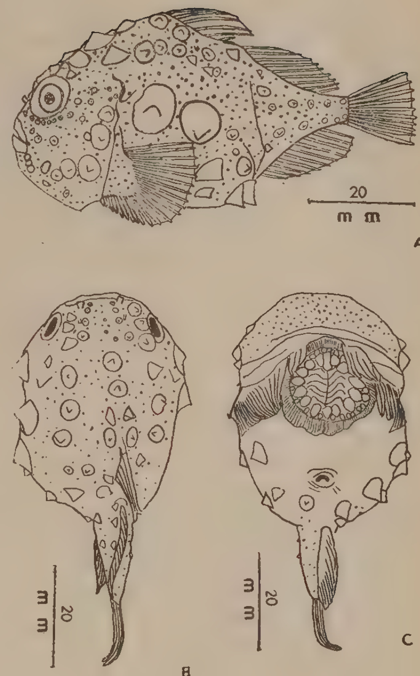


Fig. 12. *Eumicrotremus pacificus* SCHMIDT
A··· Lateral view
B··· Dorsal view
C··· Ventral view

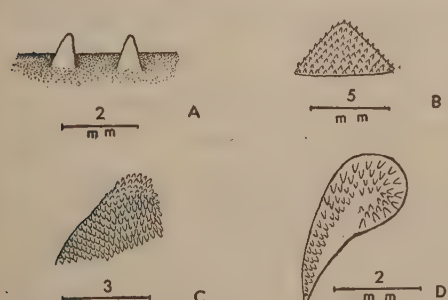


Fig. 13. Gill rakers of outer side of the first gill arch (A), tubercle on body (B), upper-pharyngeal bone of left side (C), and lower-pharyngeal bone of right side (D), of *Eumicrotremus pacificus*

First dorsal fin very long, and strongly curved backward to be sickle-shaped, its tip over the origin of second dorsal fin, the fin slightly enveloped by thin skin at base, but tip free from the skin in adult specimens; whereas in young specimens (24 to 30mm in standard length) of the writer's collection, the first dorsal fin

Table 8. Measurements and counts of bodily parts of *Eumicrotremus pacificus* used in this study

Localities	Paramushiru Is.	Off Nemuro	Off Maoka	Off Abashiri
Date	4, VII, 1941	1943	22, V, 1943	26, VI, 1934
No.	12538	12552	12618	12620
Total length (mm)	74	48	36	39
Body length	62	40	30	31
Depth of body	36	22	15	16
Length of head	24	20	13	15
Width of head	34	23	15	15
Length of snout	8	5	4.5	4
〃 maxillary	9	7	4.5	5
Width of interorbital space	15	9.5	7	7
Diameter of orbit	6.5	5.5	4.5	5
Depth of caudal peduncle	5.5	4.5	3.5	4
Width of mouth-angles	16	13	8	9
Longitudinal diameter of abdominal disk	16	12.5	9	11
Distance between abdominal disk and vent	8	7	4	4.5
Longest dorsal spine	11	8	6	7
〃 dorsal ray	11	7.5	5	6.5
〃 anal ray	11	7.5	4.5	6.2
〃 pectoral ray	12	8	5	6
〃 caudal ray	13	11	7	8
Number of dorsal spine	VI	V	V	VI
〃 dorsal ray	11	10	10	11
〃 anal ray	10	10	10	10
〃 pectoral ray	23	25	26	25
〃 caudal ray	10	10	11	10
〃 gill rakers on the first arch	7	7	6	7

entirely enveloped by thin skin. Pectoral fin shorter than one-half of head length.

Abdominal disk round, its width slightly larger than the length. Vent separated from the posterior margin of abdominal disk by distance of diameter of orbit.

Color in formalin, dark grey or greyish brown on back and side; abdomen pale; many black spots scattered on body and head, particularly side of head and chin closely scattered.

Remarks

Above description was chiefly based on the writer's larger two specimens (60 and 40mm in standard length). In young specimens as above mentioned, tubercles are very rough, and are armed with several long sharp spines on its surface. Moreover, the first dorsal fin is very long, and is enveloped by thick skin; body except abdomen uniformly colored by dark brown, and has no black spots on body and head.

Table 9. Comparison of four species of *Eumicrotremus* as discussed in this study

	E. togedango	*E. taranetzi*	*E. orbis*	*E. pacificus*
Body length (mm)	78-83	42-77	65	30-62
Depth of body in body length	1.73-1.95	1.69-2.03	1.85	1.72-2.00
Length of head in body length	2.44-2.55	2.27-2.57	2.31	2.00-2.58
Width of head in body length	2.21-2.23	1.82-2.40	1.92	1.74-2.06
Length of snout in head length	3.20-3.25	2.50-2.80	3.33	2.89-4.00
〃 maxillary in head length	2.90-3.25	2.63-3.00	2.94	2.67-3.00
Width of interorbital space in head length	2.06-2.17	1.58-1.67	2.11	1.60-2.14
Diameter of orbit in head length	3.05-3.25	3.00-3.42	3.13	2.89-3.69
Depth of caudal peduncle in head length	4.65-4.92	3.75-4.37	4.16	3.71-4.45
Length of abdomianl disk in head length	1.68-1.80	1.61-1.81	2.08	1.37-1.60
Width of mouth-angles in head length	1.77-1.80	1.36-1.61	1.61	1.50-1.65
Longest dorsal spine in head length	2.91-3.25	2.62-3.42	4.17	1.85-2.50
〃 dorsal ray in head length	2.28-2.50	2.18-2.50	2.27	2.18-2.67
〃 anal ray in head length	2.17-2.46	2.05-2.40	2.08	2.18-2.89
〃 pectoral ray in head length	2.13-2.24	1.81-2.33	2.27	2.00-2.60
〃 caudal ray in head length	1.60-1.62	1.64-2.08	1.56	1.82-1.89
Distance between abdominal disk and vent in head length	2.43-2.76	4.16-5.12	5.53	2.86-3.34
Number of dorsal spine	VI-VII	IV-VI	V	V-VI
〃 dorsal ray	11	9-10	9	10-11
〃 anal ray	10	9-10	10	10
〃 pectoral ray	26	25-26	24	23-26
〃 caudal ray	10	10	10	10-11
〃 gill rakers on the first arch	6	6-7	7	6-7
〃 specimen	2	5	1	4

KEY TO THE SPECIES OF TWO GENERA, *Cyclolumpus* AND *Eumicrotremus*. Body and head covered with large and small conical tubercles.

I.— Tubercles on body and head closely scattered without distinct patterns, and also, interorbital space covered with small tubercles having no regular rows; teeth on both pharyngeal bones well developed, long and sharp.

.... *CYCLOLUMPUS*

A.— Chin and pectoral base entirely smooth and free from tubercles.

.... (*C. derjugini*)

A′.— Chin and pectoral base covered with small tubercles.

B.— First dorsal fin very low, hidden in the body skin.

C.— Posterior part of trunk very swollen; distinct mucous tubes on chin; the two dorsals close to each other, and a large tubercle situated between them on either side; gill rakers very short, tubercular process, and 6 or 7 in number.

.... *C.birulai*

C′.— Body never swollen at posterior part of trunk; no mucous tubes on chin; the

two dorsals well separated, and 2 tubercles situated on each side between them; gill rakers conical, tips pointed, and 9 or 10 in number.

.... *C. asperrimus*

B′.— First dorsal fin free, high, and spines easily visible.

.... (*C. terrae-novae*)

II.— Tubercles on body and head arranged in definite patterns, and interorbital space usually covered with regular rows of tubercles; teeth on both pharyngeal bones short and blunt.

.... *EUMICROTREMUS*

D.— First dorsal fin very long, falci-form, when fin is depressed, its tip over the second dorsal origin; dorsal series of tubercles undeveloped, and represented by only 1 or 2 small ones; many black spots scattered on the body and head.

.... *E. pacificus*

D′.— First dorsal fin not reaching to the origin of second dorsal fin when it is depressed; dorsal series of tubercles well developed; no distinct black spots on body and head.

E.— Interorbital space except edges entirely naked; the two dorsal fins well separated, the distance between them equal to the length of first dorsal fin base; there are 3 large tubercles located between the two dorsai fins; the first dorsal fin very small, triangular; tubercles on body without prickles but armed with radiating ribs.

.... (*E. soldatovi*)

E′.— Interorbital space covered with regular rows of tubercles; distance between the two dorsal fins always less than the length of first dorsal fin base; tubercles on body more or less armed with minute prickles.

F.— Distance between posterior margin of abdominal disk and vent always more than 13% of body length; gill rakers tubercular, and with minute prickles on tops; lateral pores distinct; chin projecting beyond the mouth.

.... *E. togedango*

F′.— Distance between abdominal disk and vent always less than 13% of body length; gill rakers not armed with minute prickles.

G.— There are several stiff, distinct skin folds between abdominal disk and vent; chin usually except margin naked or having several rows of skin folds.

H.— Skin folds between abdominal disk and vent not serrated; usually two pairs of large tubercles situated on each side between the two dorsal fins; distance from posterior margin of abdominal disk to vent less than the diameter of eye; gill rakers club-like, tips distended.

.... *E. orbis*

H′.— Skin folds between abdominal disk and vent distinctly serrated; usually a single large tubercle located on each side between the two dorsals; distance from abdominal disk to vent subequal or more than the diameter of eye.

.... (*E. spinosus*)

G′.— No stiff skin folds between abdominal disk and vent; chin entirely covered with small tubercles.

I.— Tubercles nearly smooth or armed with weak prickles; each base of large tubercles on body touching or very close to other; interorbital spece covered with 4 regular rows of tubercles; first dorsal fin high, and tip of spines with a short filament; there is a large tubercle between the two dorsal fins constantly.

.... *E. taranetzi*

I′.— Tubercles armed with many strong, rough prickles; interorbital space covered with irregular 4 to 7 rows of tubercles; first dorsal fin low; there are 2 to 4 pairs of tubercles between the two dorsal fins.

.... (*E. orbis andriashevi*)

SUMMARY

In this paper, the present author deals with available species of cyclopterid fishes belonging to the two genera, *Cyclolumpus* and *Eumicrotremus*, chiefly taken from Northern Japan and adjacent regions. The following facts have newly been made clear.

(1). The genus *Cyclolumpus* is relates to *Eumicrotremus*, but is characterized and distinguishable from the latter not only by tuberculation but also by the structure of pharyngeal teeth.

(2). *Eumicrotremus birulai* POPOV should be considered to belong to the *Cyclolumpus*, and also, *E. derjugini* POPOV and *E. terrae-novae* MYERS & BÖHLKE seem probably to be included in *Cyclolumpus*.

(3). Structure of gill rakers of each species is more or less differens in every case, and so, this character can be an important mark for identification of each species.

(4). Subspecies, *Eumicrotremus orbis taranetzi* PERMINOV had better be regarded as an independent species depending upon the presence of very different characteristics between typical species, *E. orbis* (GÜNTHER).

LITERATURE CITED

ANDRIASHEV, A. P. 1937 : The fishes from the Bering and Chukchee Seas. Sfrvice Hydrometeologique l' URSS Inst., Hydrologique Exploration des mere l' URSS., Vol. 25, pp. 291–355, pls. 1–2, fig. 1–19.

CLEMENS, W. A. & G. V. WILBY 1946 : Fishes of the Pacific coast of Canada. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, No. 68, pp. 1–368, fig. 1–253.

EHRENBAUM, E. 1902 : Die Fische der Arctis. Fauna Arctica. Bd. 22, Die Fische. pp. 65–168.

.... 1905–1908 : Eier und Larven von Fischen. Nordische Plankton Bd. 1, pp. 1–413, figs. 1–148, Kiel und Leipzig.

EVERMANN, B. W. & E. L. GOLDSBOROUGH 1906 : The fishes of Alaska. Bull. Bure. Fish., Vol. 26, pp. 219–360, pls. 14–42.

FOWLER, E. W. 1914 : Fishes collected by the Peary Relief Expedition of 1899. Proc. Acad. Nat. Sci., pp. 359–366, figs. 1–2.

GARMAN, S. 1892 : The Discoboli (Cyclopteridae, Liparopsidae, and Liparididae). Mem. Mus. Comp. Zool., Vol. 14, No. 2, pp. 1–96, pls. 1–13.

GILL, Y. 1891 : On the relations of Cyclopteridae. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 13, pp. 231–276.

GILBERT, C. H. 1896 : Ichthyological collection of the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross" during the year 1891. Rept. U. S. Fish. Comm., 1893, pp. 393–476, pls. 20–35.

………… ……… & C. V. BURKE 1910 : Fishes of Bering Sea and Kamchatka. Bull. Bure. Fish., Vol. 30, No. 754, pp. 30–96, figs. 1–37.

GOODE, G. B. & T. B. BEAN 1896 : Oceanic ichthyology. Special Bull. U. S. Nat. Mus. pp. 1–529, pls. 1–123, figs 1–417.

GÜNTHER, A. 1861 : Catalogue of the fishes in the British Museum. III, xxx+586 p. London.

HIKITA, T. J. & H. MISU 1952 : Gyorui-chosa (Bottom fishes of the Northern Japan Sea). Hokubu Nihon-kai Gyoden Chosa-Hokoku, No. 3, pp. 5–70, pls. 1–15. Otaru, Hokkaido. (in Japanese).

HUBBS, C. L. & L. P. SCHULTZ 1934 : *Elephantichthys copeianus*, a new cyclopterid fishes from Alaska. Copeia, 1934, No. 1, pp. 21–26, figs. 1–3.

JORDAN, D. S. 1919 : Genera of fishes, Part II. Leland Stanford Junior Univ. Pub. Univ Ser., ix+284 p.

…………………… & B. W. EVERMANN 1898 : The fishes of North and Middle America, Part II, Bull. U. S. Nat. Mus., No.47, pp.1241–2183.

……………………, ……………………, & H. W. CLARK 1930 : Check list of the fishes and fish-like vertebrates of North and Middle America, north of the northern boundary of Venezuela and Colombia. Rept. U. S. Comm. Fish., 1928, Pt. II, pp. 1-670.

…………………… & C. H. GILBERT 1882 : Synopsis of the fishes of North America. Bull. U. S. Nat. Mus., No. 16, pp. iii+lv, 1+1018.

…………………… & …………………… 1899 : The fishes of Bering Sea. The Fur-Seals and Fur-Seal Islands of the Northern Pacific Ocean. Bull. U. S. Fish. Comm., Pt. III, pp. 433-492, pls. 42-85, figs. 1–5.

…………………… & J. O. SNYDER 1902 : A review of the discobolus fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 24, pp. 343-351, figs. 1–2.

….. …………………… & E. C. STARKS 1895 : The fishes of Puget Sound. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. II, Vol. 5, pp. 785-855, pls. 76–104.

……………………, S. TANAKA & J. O. SNYDER 1913 : A catalogue of the fishes of Japan. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 33, Art. I, pp. 1-497, figs. 1–369.

KURONUMA, K. 1943 : A new species of *Eumicrotremus* from Paramushiru Island. Bull. Biogeo. Soci. Japan, Vol. 13, No. 13, pp. 91–94.

MYERS, G. S. & J. BÖHLKE 1950 : A new lump-sucker of the genus *Eumicrotremus* from

the north-western Atlantic. Stanford Ichthyological Bull., Vol. 3, No.4, pp. 199-202, fig. 1.

OKADA, Y. & K. MATSUBARA 1938 : Keys to the fishes and fish-like animals of Japan. xl+584 p. 113 pls. Tokyo.

PARR, A. 1926 : Invistigation on the *Cyclopterini*. Bergen Museum Aarbok, 1924–1925. pp. 1–31, figs. 1-6, pl. I.

PERMINOV, G. N. 1936 : A review of the species of the genus *Eumicrotremus*. Bull. Far-East Acad. Sci. URSS., Vol. 9, pp. 115–129, figs. 1–4.

POPOV, A. M. 1926 : Zur Ichthyofauna der Kara und Barents Meer. Trav. Sci. Nat. Leiningrard., Vol. 56, pp. 52–55, figs. 1-6.

.... 1928 : About classification of the race *Eumicrotremus* Gill. Bull. Paci. Sci. Fish. Res., Vol. 1, No.2, pp. 47–63, figs. 1–4.

.... 1930 : A short review of the fishes of the family *Cyclopteridae*. Ann. Mag. Nat. Hist, Ser. VI, Vol. 6, pp. 69–76.

SATO, S. 1937 : The fauna of Akkeshi Bay. VI. Pisces. Rept. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ, Ser. VI, Zool., Vol.6, No.1, pp. 13–34.

SCHMIDT, P. 1904 : Pisces Marium Orientarium Imperii Rossici. 466 p. 6 pls. 22 figs. Petersburg.

SCHULTZ, L. P. 1936 : Keys to the fishes of Washington, Oregon and closely adjoining regions. Publ. Washington Univ. Biol., Vol. 2, No.4, pp. 103–228, figs. 1–50.

SOLDATOV, V. K. & J. L. LINDBERG 1930 ; A review of the fishes of the seas of the Far-East. Bull. Paci. Sci. Fish. Inst., Vol.5, pp. i+xlvii, 1+576, figs. 1–76, pls. 1–16.

TANAKA, S. 1908 : Notes on a collection of fishes made by Prof. Iijima in the southern parts of Sakhalin. Ann. Zool. Japon., Vol.6, Pt. 4, pp. 236-254, pl. 9.

.... 1912 : Figures and description of the fishes of Japan. Vol.5, pp. 71–86, pl. 21–25,.; Vol. 7, pp. 109–128, pl. 31–35.

TARANETZ, A. J. 1937: Handbook for identification of fishes of Soviet Far-East and adjacent waters. Bull. Paci. Sci. Fish. Inst. Fish. Ocea., Vol. 11, pp. 1–200, figs. 1–103.

VLADYKOV, V. D. 1933 : Biological and Oceanographical conditions in Hudson Bay. 9. Fishes from Hudson Bay region (except the Coregonidae). Contr. Canada Biol. Fish., New ser. VIII, pp. 13–61.

（水産科学研究所業績 第199号）

海藻の窒素同化機構に関する研究—I

硝酸還元酵素作用力測定法に就て

高木光造・村田喜一
(水産食品化学教室)

STUDIES ON THE MECHANISM OF NITROGEN ASSIMILATION IN MARINE ALGAE—1

On the Measurement of Nitrate Reductase Activity

Mitsuzo TAKAGI and Kiichi MURATA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Higher plants take nitrate from soil as nitrogen source, and have the ability to build up complicated organic compounds contaning nitrogen, such as protein, nucleic acid, phosphatide, and various vitamins, in the bodies.

As to the first chemical changes of nitrate taken up from roots, there are two cases; in the one case the change is enzymic reduction in roots, and in the other in the leaves. Besides these, there are some cases, which are seen under the abnormal conditions, the nitrate reduction is not performed in the roots but translocated to the tops, otherwise it takes place in the leaves as well as in the roots. Marine algae also mainly utilize nitrate in sea water as nitrogen source. But the mechanism of taking up nutritious salts is different from that of higher plants. In marine algae the rôle of the holdfasts is only to adhere to rocks and hold their bodies, consequently the various nutritious salts are taken up by osmotic pressure from surface of frond. Therefore, the enzymic reduction of absorbed nitrate may be taken place in frond.

Concerning to the first materials produced by the action, many different opinions have been stated, while, nowadays, it is said that the materials are supposed to be nitrite. Eckerson, 1924, reported the enzyme, "*nitrate reducase*" which takes part in the production of nitrite. According to him, when the water extract of freshly mashed plant tissue is incubated with nitrate and glucose at pH 7.2~7.4, aerobically, for several hours, nitrite is produced, and the activity is largely confined to tissue which do in fact posess *in vivo* the power of nitrate reduction. A variety of workers have further investigated this enzyme, but without concordant results, so it is conjectured, that in fact the production of nitrite in the Eckerson experimental technique may be largely or wholly due to microorganisms. But some enzymes from higher plants do assurely nitrate reduction. There are the aldehyde dehydrogenase of potato tubers, and the lactic dehydrogenase of soybean seedlings, both dehydrogenases can utilize nitrate as an hydrogen acceptor in the production of nitrite. But

few investigations were reported regarding to the existence of these enzymes in other plants.

It is known in some bacilli (for example, *E. coli*) there is an enzyme, nitrate reductase, which acts as the catalist of the transferring of hydrogen from the last hydrogen transmitter to nitric acid, taking position at the end of hydrogen transmitter system, which hydrogen obtained from hydrogen donators such as, formic acid, succinic acid, and alanine, is given to hydrogen acceptor, nitric acid, through some hydrogen transmitters. Nitric acid accepts hydrogen by this enzyme and is reduced to nitrite.

Although we can expect in higher plants and marine algae the existence of the enzyme which takes the above mentioned rôle in nitrate assimilation, it has been scarcely cleared. It would be of great interest to determine further properties of this important enzyme of the nitrogen metabolism of plants involving marine algae.

One of us, Takagi, has carried on the study of the catalase for clarifing the physiological significance of chromoproteid in marine algae. The investigation of the problems of nitrogen assimilation must be done to bring to light the mechanism of photosynthesis. We took hand in the study of nitrate reductase.

The concentration of nitrate ion, which marine algae can utilize as nitrogen sources, is respectively 0.0022~0.0033 mg% in the Liman Current of Japan Sea, and 0.0006~0.029 mg% in the Tsushima Current, and the concentration is variable not only by water depth but by seasons. For example, in the sea of Shuna Island in England, it is 0~0.0062 mg% from July to August, and 0.0403~0.0415 mg% from January to February. Marine algae such as *Laminaria* grow in the season, when the nitrate decreases in sea water. On the contrary, marine algae such as *Porphyra* grow in the season, when nitrate is abandant in sea water. Therefore, we can easily expect that there may be great difference in activities of the nitrate reductase in those marine algae. If the optimum concentration of nitrate ion and the best conditions of nitrate assimilation would be clarified, the security and increasing of various useful algal stocks would be possible. Further, we think, if environmental conditions could be limited and by which quantity of protein could be increased, the expectation to the increase of nutritive value would be possible. We want to study the above mentioned problems, and in this paper we investigated the experimental conditions of the activity of the nitrate reductase in *Porphyra yezoensis* and examined the measuring method.

1. The most suitable concentration of substrate, nitrate ion is 6.82 mg%.
2. The most suitable concentration of hydrogen donator, lactate is 462.8 mg%.
3. Optimum pH of the nitrate reductase is 7.17.
4. Incubation temperatures and durations were examined.

From the above results the following method is introduced. Five cc of M/15 Sϕrensen's phosphate buffer solution (pH 7.17), 1cc of 0.011M potassium nitrate, 1cc of 0.52M sodium lactate, 2cc of enzyme solution and 1cc of water are mixed in Thunberg tube. The tube is kept in vacuo (<10mm Hg) and incubated at 20°C for one hour. After incubating and removing protein, the activity of the enzyme is estimated by determining the appearance of nitrite colorimetrically with Griess-Ilosvay reagent.

緑色植物は窒素源として土壌中から硝酸塩を摂取し，それを基として蛋白質，核酸，燐脂質をはじめ，いろいろのヴィタミンに至るまでの複雑な含窒素有機物を体内で巧みに合成する能力をもつが，根より吸収された硝酸塩が植物体内で先づ受ける化学変化については，そのまゝ根において酵素的還元を受けるもの[1]と葉に運ばれてから受けるものとの二つがある。又条件を変えることによつて本来根において還元さるべきものがその位置を変えて葉に移行するもの[2]もあり，根と葉いずれにおいても同程度に還元を行うもの[3]もある。海藻も亦窒素源として海水中の硝酸塩を最もよく利用するが，栄養塩摂取の機構は陸上の緑色植物とはその趣を異にし，根は岩礁に附着して体を支えるに過ぎず栄養塩は専ら葉面より滲透圧によつて摂取している。従つて吸収された硝酸塩は葉において酵素的還元を受けるものと思われる。

而して酵素的還元を受けて最初に生成される物質については種々議論のあるところであるが，今日では亜硝酸であろうということに大体の意見が一致している。今硝酸塩が還元されて亜硝酸の生成が行われる場合，これに与る酵素については各々その説を異にするが，古く Eckerson[4] はこの還元を行う酵素即ち硝酸還元酵素を植物体に証明している 即ち組織の磨砕液に葡萄糖と硝酸塩とを加え，pH 7.2～7.4 に数時間好気的に反応させると亜硝酸が生成され，しかも硝酸同化力の強い組織程この酵素作用も強いというのである。しかしその後多くの研究者[5,6,7]が氏の実験を追試したが一致した結果がえられなかつたので，Eckersonの実験における亜硝酸の生成は恐らく大部分が細菌によつたものであろうと推論された。しかし植物体からえられる酵素で，確実に硝酸の還元を行うものがある。それはジャガイモの塊茎のアルデヒド脱水素酵素[8]と大豆のモヤシの乳酸脱水素酵素[9]であり，これらはいずれも水素受容体として硝酸塩を利用し，亜硝酸を生成することが知られている。しかしこれらの酵素がどの程度他の植物にも含まれているかは今尚不明である。

又ある種細菌（*E. coli*）[10]には硝酸を亜硝酸に還元する酵素の存在することが知られており，この酵素[11]は蟻酸，コハク酸，アラニンのような水素供与体からとれてきた水素がいくつかの水素伝達体を経て最後に水素受容体である硝酸に渡される一連の水素伝達系の末端に位置して，最後の水素伝達体から硝酸への水素の授受を触媒する酵素であることが明らかとなつた。即ち硝酸はこれによつて水素を受取り亜硝酸に還元されるのである。

緑色植物や海藻においてもこれと同様の酵素が硝酸同化に与つていることは十分期待できることであるが，未だこれを支持する根拠はひとつもえられていない。これら植物の窒素代謝において，この重要な役割を演ずるこの酵素の本性を究明することは極めて興味ある問題である。

偶々著者の一人（高木）[12]はさきに海藻の色素蛋白の生理的意義を究明する目的でカタラーゼの研究に着手したが，光合成の機構を解明するには更に窒素同化の問題の検討を必要とするので，引続き硝酸還元酵素の研究を始めた。

海藻が窒素源として利用している硝酸イオンの濃度はその例を日本海リマン海流[13]にとると 0.0022～0.033mg%，対馬海流[13]にとると 0.0006～0.029mg% で深度により異るばかりでなく，時期的にも著しく異り一例を英国の Shuna Island[14] にとると7，8月には0～0.0062mg% の最小値をとり，1，2月には0.0403～0.0415mg% の最高値をとるが，硝酸イオンの少い時期に最盛期を迎えるコンブのような海藻は窒素含量が少く，それと反対に硝酸イオンの多い時期に最盛期を迎えるアマノリのような海藻は窒素含量が多い。従つてこれら海藻相互間における硝酸還元酵素作用力にも亦著しい差のあることが容易に予想されるところである。更に著者は藻類によつて利用される硝酸イオンの最適濃度と硝酸同化の最適条件を知ることが出来れば，それによつて各種有用藻類の資源確保と増産に資することも可能であるばかりでなく，環境条件を制扼することによつて蛋白含量を著しく増進せ

しめうるとすれば食品的価値の増大を期することもあながち無理ではないと考え，以上の諸問題について研究を行わんとしたものであるが，本報においては先づ硝酸還元酵素作用力測定法の検討を試みスサビノリを供試して試験を行つたのでその結果について報告する。

本研究は文部省科学研究費による援助によつて遂行しえた。記して文部省に対して謝意を表する。又実験遂行に当り終始労を惜しまず協力された佐々木宏司，池田昌一郎，細田毅一の三君に対し心から謝意を表する。

実　験　方　法

A．NO'_2—透過率標準直線の作製

硝酸還元酵素作用力を測定する予備実験として先づ NO'_2— 透過率標準直線の作製をする必要がある。即ち水素供与体の存在の下に硝酸塩に硝酸還元酵素を働かせて生ずる亜硝酸を Griess—Ilosvay 試薬によつて定量する方法に準拠したので，予め既知量の亜硝酸溶液に Griess—Ilosvay 試薬を加えて生ずる呈色の度合を光電比色計によつて測定し，NO'_2 -透過率標準直線を作製した。

（1） 試薬の調製：

（a） $NaNO_2$ 標準溶液

1.009g の $AgNO_2$ を水に溶解し，これにやゝ過剰の純 NaCl 溶液を加え，生ずる AgCl を濾別し，よく洗滌して濾液及び洗液を合し更に蒸溜水を加えて全量を 1 L とする。次にこれより 10cc をとり水を加えて 100cc となし，更にその 15cc をとつて水を加えて全量を 100cc とし，これを標準液とする。かくするときは標準液 1 cc は 4.5μg の NO'_2 に相当する。

（b） Griess—Ilosvay 試薬

0.5g の Sulfanilic acid（$H_2N \cdot C_6H_4 \cdot SO_3H + 2H_2O$）を30% Acetic acid（比重1.041）150cc に溶解す。次に 0.1g 純 α—Naphthylamine($C_{10}H_7 \cdot NH_2$, mp 50°C)を20ccの温水に溶解し，これを濾過して前液に加える。本液は小瓶に充たしてパラフィンで封じ，空気にふれるのをさけて保存する。

（2） NO'_2—透過率標準直線の作製

次に $NaNO_2$ 標準溶液を一定量宛とり，これに硝酸還元酵素の除蛋白脱色液 2.5cc を加え，更に蒸溜水を加えて 10cc とした後 Griess—Ilosvay 試薬 2 cc を加え 40°C に15分間加温すると呈色は最大に達する。これを直ちに日立製光電比色計により厚さ 3.5mm のセル，500mμのフィルターを用いて透過率を測定した。Fig. 1 は NO'_2 含量と透過率との関係を図示したものである。

B．硝酸還元酵素作用力測定上の諸条件の検討

（1） 酵素液の調製

新鮮なるスサビノリ（*Porphyra yezoensis*）25g をとり，蒸溜水 40cc，石英砂 5 g を加え，乳鉢にてよく播砕した後綿布にて圧搾してえた汁液を遠心分離して沈澱を除き，上澄液に水を加えて50ccとする。

（a） 基質濃度の決定

基質濃度が高くなると硝酸還元酵素反応の速度は阻害され，又基質濃度が低い時は還元率が高いに拘らず還元生成物量が少く定量が困難となる。よつて還元生成物の量を最大にするための基質濃度を検討するため次の反応条件で実験を行つた。Fig. 2 はその結果を示したものである。

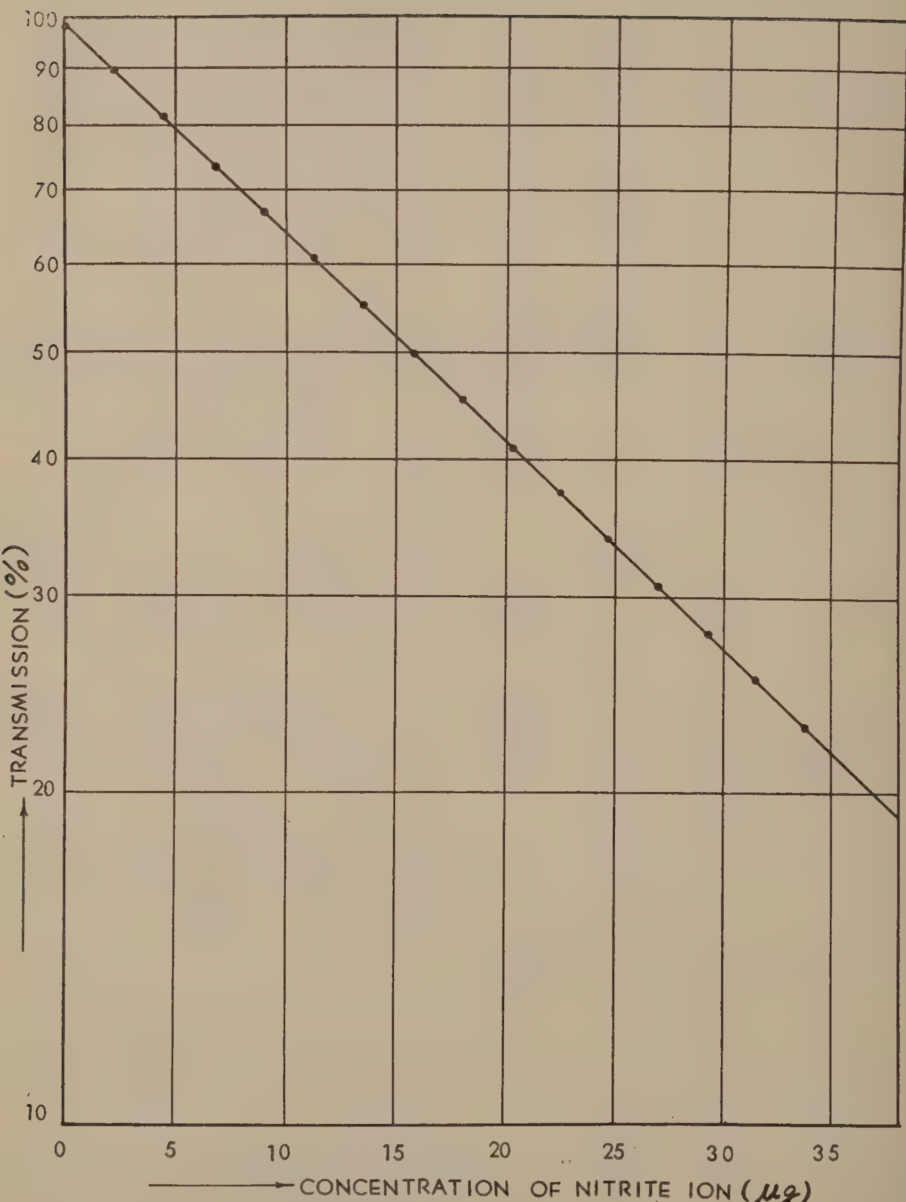


Fig. 1 Straight Line Relationship between the Concentration of Nitrite ion and Transmission, as measured with Cell of 3.5 mm and Filter of 500 mμ

Composition of Exp. Solution

pH 8.0 M/15 Sφrensen's Phosphate Buffer Solution		5 cc
0.4M Sodium Lactate Solution		1
Enzyme Solution		2
0.01M KNO_3 Solution		X
Water		Y
	Total	10cc
Temperature	20°C	
Time	1 hour	

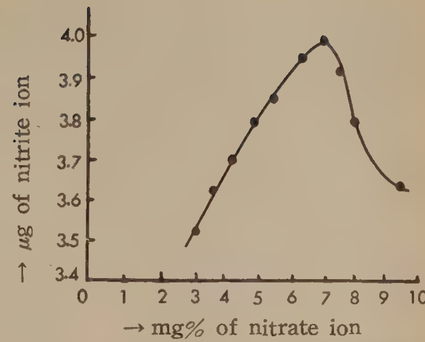


Fig. 2 The Effect of Concentration of Substrate on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 2 より反応液内における硝酸イオンの濃度を 6.8 mg% にすれば生成する亜硝酸イオンの量は 4 μg となり還元生成物の量が最大となる。従つて実験に当つて反応液量を 10cc とする時は 0.011M KNO_3 1cc を加うればよいわけである。

（b） 水素供与体濃度の決定

渡辺[15] はさきに海藻の脱水素酵素について研究し，Lactic acid に対して広く作用することを認めたので水素供与体として Sodium Lactate を用いることにした。Sodium Lactate 濃度が高くなると反応は阻害され，又低濃度の時も反応量は小となる故にこれを最大ならしめるような Sodium Lactate 濃度を選ばねばならない。これを検討するために行つた実験の反応条件とその結果は次の如くである。

Composition of Exp. Solution

pH 8.0 M/15 Sφrensen's Phosphate Buffer Solution		5 cc
0.011M KNO_3 Solution		1
Enzyme Solution		2
0.4M Sodium Lactate Solution		X
Water		Y
	Total	10cc
Temperature	20°C	
Time	1 hour	

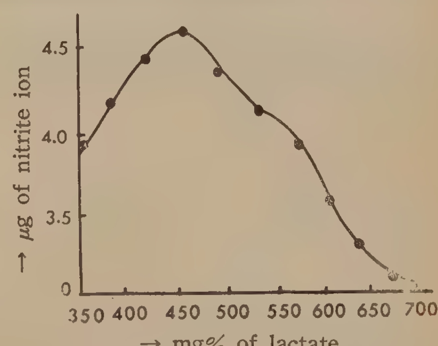


Fig. 3 The Effect of Concentration of Hydrogen Donator on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 3 より Sodium Lactate 濃度の増加につれて反応量は大となり，Lactate の濃度が462.8mg% のとき生成される亜硝酸イオンの量は最大となり，それより高濃度では反応量は却つて減少した。従つて定量には反応液量を 10cc とし，その中へ0.52M Sodium Lactate 1 cc を加うればよいわけである。

（c） pH価の決定

従来の報文[16][17]によれば硝酸還元酵素の Opt. pH は 7.4～7.8 附近であるが，之を確めるために $^{M}/_{15}$ Sϕrensen's Phosphate Buffer Solution を用いて pH の高下による反応量を実験してみた。そのときの反応条件及び実験結果は次の如くである。

Composition of Exp. Solution

$^{M}/_{15}$ Sϕrensen's Phosphate Buffer Solution (various pH)	5 cc
0.011M KNO_3 Solution	1
0.52M Sodium Lactate Solution	1
Enzyme Solution	2
Water	1
Total	10cc

Temperature　20°C

Time　1 hour

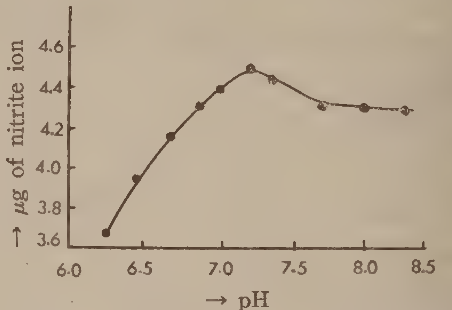


Fig. 4 The Effect of pH on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 4 より Opt. pH は 7.17 にあることを知つたので測定には pH 7.17 $^{M}/_{15}$ Sϕrensen's Phosphate Buffer Solution を用いることにした。

（d）反応温度の決定

酵素反応も一般化学反応と同じく温度の影響を受けるが，海藻の硝酸還元酵素作用力測定に適当な温度を見出すために実験を行つた。そのときの反応条件及び実験結果は次の如くである。もとより著者の一人（高木）[18]は海藻カタラーゼの最適温度決定に当り，反応時間によつて見掛けの最適温度を異にすることを認めたので，見掛けの最適温度が固有の最適温度となるためには反応時間によつて見掛けの最適温度を変えない点を求めねばならないのであるが，本実験では反応時間を 1 時間としてえられた見掛けの最適温度を以て測定に適当する温度を決定した。

Composition of Exp. Solution

pH 7.17 $^{M}/_{15}$ Sϕrensen's Phosphate Buffer Solution	5 cc
0.011M KNO_3 Solution	1
0.52M Sodium Lactate Solution	1
Enzyme Solution	2
Water	1
Total	10cc

Temperature　various (0～40°C)

Time　1 hour

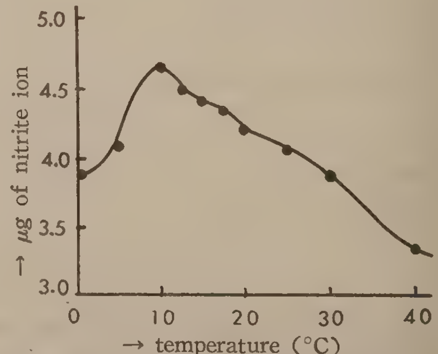


Fig. 5 The Effect of Temperature of Incubation on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 5 よりスサビノリを用いたときは最適温度は 10°C を示すが，海藻一般の硝酸還元酵素作用力測定には種々の点を考慮して反応温度20°Cを採用することにした。

（e） 反応時間の決定

従来の報文[16][17] によれば硝酸還元酵素作用力測定の反応時間は 1～2.5時間であるが，反応時間による亜硝酸イオンの生成量を知るために反応時間を変えて実験を行つた。その時の反応条件及び実験結果は次の如くである。

Composition of Exp. Solution

pH 7.17 M/15 Søensen's Phosphate Buffer Solution	5 cc
0.011M KNO_3 Solution	1
0.52M Sodium Lactate Solution	1
Enzyme Solution	2
Water	1
Total	10cc

Temperature 20°C

Time various (¼～3hours)

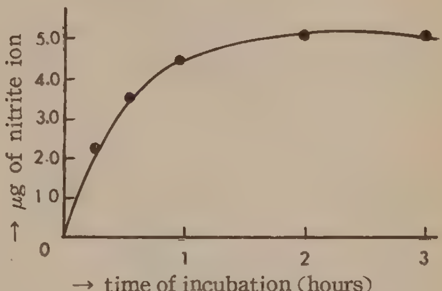


Fig. 6 The Effect of Time of Incubation on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 6 より反応時間の長くなるにつれて亜硝酸イオンの生成量は増大するが 1 時間以上ではその傾向はきわめて僅かである。従つて測定には 1 時間で充分である。

（f） 酵素濃度

以上の実験によつて測定の最適条件を決定したが，この条件において酵素量が作用力に比例するか否かを明らかにすることが必要である。これを確めるため次の実験を行つた。そのときの反応条件並びに実験結果は次の如くである。

Composition of Exp. Solution

pH 7.17 M/15 Søensen's Phosphate Buffer Solution	5 cc
0.011M KNO_3 Solution	1
0.52M Sodium Lactate Solution	1
Enzyme Solution	X
Water	Y
Total	10cc

Temperature 20°C

Time 1 hour

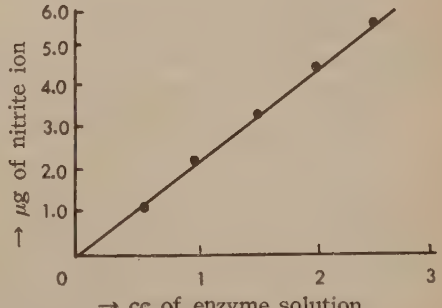


Fig. 7 The Effect of Concentration of Enzyme on the Formation of Nitrite ion by the Nitrate Reductase in *Porphyra yezoensis*

Fig. 7 よりこの範囲の亜硝酸イオンの生成量では酵素濃度と反応量とは比例する。故に本測定条件

は硝酸還元酵素作用力の測定に用いうる。

C．硝酸還元酵素作用力測定法の決定

以上に行つた実験の結果に基いて硝酸還元酵素作用力測定法を次の如く決定した。

Composition of Exp. Solution

pH 7.17 M/15 Sφrensen's Phosphate Buffer Solution	5 cc
0.011M KNO_3 Solution	1
0.52M Sodium Lactate Solution	1
Enzyme Solution	2
Water	1
Total	10cc

この反応液を20°C，10mm以下の真空度で1時間反応させたのち，20% Trichloracetic acid 0.5cc，酸性白土1gを加え，はげしく振盪し，遠心分離すると無色清澄なる上澄液をうる。これを濾過して上澄液を分取し，Griess−Ilosvay 試薬 2ccを加え，40°C，15分間加温して生ずる桃色の色調を光電比色計により3.5mmのセル，500mμのフィルターを用いて透過率を測定し，これをさきに示したNO'_2—透過率標準直線図より生成された亜硝酸イオン量を求め，これを以て硝酸還元酵素作用力を表わすことにした。而してこの測定法を各種海藻の硝酸還元酵素作用力測定に適用する。

要　　約

スサビノリを用いて硝酸還元酵素作用力の測定条件を吟味し，測定法を実験によつて決定した。

1．基質濃度即ち硝酸イオンの濃度は6.82mg%が最適であり，反応液を10ccとするときは 0.011 M KNO_3 1cc を加うれば充分である。

2．水素供与体としての Lactate の濃度は 462.8 mg% が最適であり，反応液を 10ccとするときは 0.52M Sodium Lactate 1 cc を加うれば充分である。

3．最適水素イオン濃度は pH 7.17 であり，従つて pH 7.17 M/15 Sφrensen's Phosphate Buffer Solution 5 cc を加える。

4．反応温度は 20°Cを採用する。

5．反応時間は1時間を採用する。

6．酵素濃度は反応液を 10cc とするときは 2 cc 加えることにする。

文　　献

(1) W. Thomas : Science, 66, 115 (1927)

(2) G. T. Nightingale & W. R. Robbins : New Jersey Agr. Expt. Sta. Bull. 472 (1928)
　　――――― & L. G. Schermerhorn : ibid. 476 (1928)

(3) H. Burström : Ann. Royal Agr. College of Sweden, 13, 1 (1946) ; 6, 1 (1937)

(4) S. Eckerson : Botan. Gaz., 77, 377 (1924)
　　″ ――― : Contrib. Boyce Thomp. Inst., 3, 405 (1931) ; 4, 119 (1932)

(5) A. L. Somner : Plant Physiol., 11, 429 (1936)

(6) An unpublished paper by B. Arreguin cited in Plant Biochemistry.

(7) W. Dittrich : Planta, 12, 69 (1930)
(8) D. Michlin : Biochem. Z. 202, 329 (1928)
(9) ——— & B. Severin : ibid. 237, 339 (1931)
(10) L. H. Stickland : Biochem. J., 25, 1543 (1931)
(11) 江上不二夫，佐藤了 : 日化誌 68, 39 (1947); 69, 160 (1948); 70, 297 (1949)
——— : Bull. Chem. Soc. Japan, 22, 137 (1949)
(12) 高木光造 : 日水誌，18, 483 (1953); 19, 798 (1953)
(13) 須田晥次 : 海洋科学，古今書院 (1943) p. 341
(14) W. A. P. Black & E. T. Dewar : J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom 28, 673 (1949)
(15) A. Watanabe : Acta Phytochim., 15, 129 (1949)
(16) M. Ohara & T. Suyama : Nature, 169, 285 (1952)
(17) S. Yamagata : Acta Phytochim., 10, 283 (1938); 11, 145 (1939)
(18) 高木光造 : 日水誌，19, 803 (1953)

(水産科学研究所業績 第200号)

海藻の窒素同化機構に関する研究－Ⅱ

各種海藻の硝酸還元酵素作用力に就て

高木光造・村田喜一
（水産食品化学教室）

STUDIES ON THE MECHANISM OF NITROGEN ASSIMILATION IN MARINE ALGAE—II

On the Nitrate Reductase Activity in Various Species of Marine Algae

Mitsuzo TAKAGI and Kiichi MURATA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

1. Nitrate reductase activity in various species of marine algae was estimated by means of the measurement determined in the preceding paper.
2. The result of the present study is shown in Table 1.

The activity is strongest in *Porphyra yezoensis*. *Enteromorpha intestinalis*, *Lomentaria catenata* and *Polysiphonia Morrowii* stand next in their nitrate reductase activities. Next come *Chorda Filum*, *Ulva pertusa*, *Alaria crassifolia*, *Grateloupia turuturu*, *Chaetomorpha moniligera*, *Gelidium Amansii*, *Chondrus armatus*, *Colpomenia sinuosa*, *Nemalion vermiculare*, *Enteromorpha* sp., *Costaria costata*, *Pachymenia carnosa*, *Chondrus ocellatus* f. *crispus*, *Cladophora densa*, *Enteromorpha Linza*, *Ceramium rubrum*, *Lomentaria hakodatensis*, *Undaria pinnatifida* f. *distans*, *Chondrus ocellatus*, *Iridophycus laminarioides*, *Polysiphonia senticulosa*, *Dasya sessilis*, *Chondria crassicaulis*, *Desmarestia ligulata*, *Carpopeltis flabellata*, *Gelidium vagum*, *Codium fragile* and *Gracilaria verrucosa*, and *Bryopsis hypnoides*, *Hijikia fusiformis*, *Grateloupia divaricata*, *Symphyocladia latiuscula* and *Heterochordaria abietina* show very weak activities.

Moreover, no activity is recognized in *Laminaria japonica*, *Sargassum Horneri*, *Sargassum Thunbergii*, *Neodilsea Yendoana* and *Caulacanthus Okamurai*.

著者は前報[1]において，スサビノリを用いて海藻内硝酸還元酵素作用力の測定条件を吟味し，その測定法を確立した。よつて本法に従い各種海藻の硝酸還元酵素作用力を測定した。もとより海藻の種類により硝酸還元酵素作用力測定の至適条件は幾分差異のあることが予想され，従つて各々これらに適する条件の下に酵素作用力を測定すべきであつて，厳密な意味における絶対量は指示しえない場合もあると考えられるが，海藻の種類による酵素作用力比較の一指針として参考に供せんとしたものである。

実　験　方　法

（1） 硝酸還元酵素液の調製

新鮮な試料 25g をとり蒸溜水 40cc，石英砂 5gを加え乳鉢でよく擂砕したのち，綿布にて圧搾してえた汁液を遠心分離して沈澱を除き，上澄液に水を加えて 50cc とする。

（2） 硝酸還元酵素作用力測定法

Thunberg Tube	Composition of Exp. Solution	
Side Chamber	0.011M KNO_3 Solution	1cc
	0.52M Sodium Lactate Solution	1
Main Chamber	pH7.17 $^M/_{15}$ Sφrensen's Phosphate Buffer Solution	5
	Enzyme Solution	2
	Water	1
	Total	10cc

上述の内容液を入れたツンベルグ管を 20°C の恒温槽中に保ち，真空ポンプで吸引して 10mm 以下の真空度となつてから吸引口を閉ぢ，管を上下して側室の内容液を主室に注ぎ 1 時間反応させる。然るのち反応液を試験管に注ぎ，20% Trichloracetic acid 0.5cc，酸性白土 1 g を加え，はげしく振盪したのち遠心分離すると無色清澄なる上澄液をうる。これを濾過して上澄液を分取し，Griess-Ilosvay 試薬 2 ccを加え 40°C，15分間加温して生ずる桃色の色調を光電比色計により 3.5mmのセル，500mμ のフィルターを用いて透過率を測定し，これをさきに求めた NO'_2— 透過率標準直線図より生成された亜硝酸イオン量を求め，これを以て各種海藻の硝酸還元酵素作用力を表わすことにした。

実　験　結　果

以上の方法にて各種海藻の硝酸還元酵素作用力を測定した結果は Table 1 に示す通りである。

Table 1 より硝酸還元酵素作用力はスサビノリが最も強く，次いでヨレアヲノリ，フシツナギ及びモロイトグサが比較的強いことが認められる。而してツルモ，アナアヲサ，チガイソ，ツルツル，タマジュズモ，テングサ，トゲツノマタ，フクロノリ，ウミゾウメン，*Enteromorpha* sp.，スジメ，アカハダ，ヤハズツノマタ，アサミドリシホグサ，ウスバアヲノリ，イギス，コスジフシツナギ，ナンブワカメ，ツノマタ，クロバギンナンソウ，ムツイトグサ，ダジア，ユナ，ウルシグサ，コメノリ，ヨレクサ，ミル及びオゴノリはその次に位し，ヲバナハネモ，ヒジキ，カタノリ，イソムラサキ及びマツモはその作用力が著しく弱いことを認めた。尚マコンブ，アカモク、ウミトラノヲ，アカバ及びイソダンツウにおいてその作用力が全く認められなかつた。

以上の結果から一，二の例外はあるが一般に褐藻類の硝酸還元酵素作用力は緑藻，紅藻のそれに比し弱いようである。

考　　　察

一般に窒素含量の少ない褐藻類の硝酸還元酵素作用力が緑藻，紅藻類に比し弱かつたのはこれらの藻類が硝酸イオンの濃度が減少して最少量に近づく 6，7 月頃に最盛期を迎えるために窒素源として硝酸塩をあまり必要としないのではなかろうか。それと反対に窒素含量の著しく多い緑藻，紅藻中のあるもの特にアサクサノリやスサビノリ等のアマノリ類は硝酸イオンの濃度が漸次増加する10，11月

Table 1 Nitrate Reductase Activity in Various Species of Marine Algae

Algae	No.	Species	Date of sampling	Temp. of sea water	Transmission (%)	Nitrate reductase activity (μg of NO_2' produced)
Green algae	1	アナアヲサ, *Ulva pertusa*	June 29	19.5	88.0	2.70
	2	ヨレアヲノリ, *Enteromorpha intestinalis*	July 6	20.5	85.0	3.50
	3	ウスバアヲノリ, *Enteromorpha Linza*	June 30	20.0	91.2	1.83
	4	*Enteromorpha* sp.	June 29	19.5	89.5	2.25
	5	アサミドリシホグサ, *Cladophora densa*	June 30	20.0	91.0	1.88
	6	タマジュズモ, *Chaetomorpha moniligera*	June 30	20.0	88.5	2.55
	7	ヲバナハネモ, *Bryopsis hypnoides*	July 3	20.0	95.0	0.90
	8	ミル, *Codium fragile*	June 30	20.0	94.0	1.10
Brown algae	9	マツモ, *Heterochordaria abietina*	July 13	21.0	97.4	0.31
	10	ウルシグサ, *Desmarestia ligulata*	July 11	21.0	92.5	1.50
	11	フクロノリ, *Colpomenia sinuosa*	June 30	20.0	89.0	2.40
	12	ツルモ, *Chorda Filum*	July 1	20.0	87.2	2.90
	13	マコンブ, *Laminaria japonica*	July 1	20.0	100.0	——
	14	スジメ, *Costaria costata*	July 7	20.5	90.0	2.10
	15	チガイソ, *Alaria crassifolia*	July 7	20.5	88.0	2.70
	16	ナンブワカメ, *Undaria pinnatifida* f. *distans*	July 1	20.0	92.0	1.68
	17	ヒジキ, *Hijikia fusiformis*	July 13	21.0	95.0	0.90
	18	アカモク, *Sargassum Horneri*	July 11	21.0	100.0	——
	19	ウミトラノヲ, *Sargassum Thunbergii*	July 3	20.0	100.0	——
Red algae	20	スサビノリ, *Porphyra yezoensis*	June 6	14.5	81.0	4.60
	21	ウミゾウメン, *Nemalion vermiculare*	July 13	21.0	89.0	2.40
	22	テングサ, *Gelidium Amansii*	July 11	21.0	88.5	2.55
	23	ヨレクサ, *Gelidium vagum*	July 6	20.5	93.8	1.18
	24	アカバ, *Neodilsea Yendoana*	June 29	19.5	100.0	——
	25	カタノリ, *Grateloupia divaricata*	July 3	20.0	95.0	0.90
	26	ツルツル, *Grateloupia turuturu*	July 1	20.0	88.0	2.70
	27	アカハダ, *Pachymenia carnosa*	July 13	21.0	90.0	2.10
	28	コメノリ, *Carpopeltis flabellata*	June 29	19.5	93.0	1.36
	29	イソダンツウ, *Caulacanthus Okamurai*	Sept. 7	21.0	100.0	——
	30	オゴノリ, *Gracilaria verrucosa*	July 3	20.0	94.2	1.03
	31	ツノマタ, *Chondrus ocellatus*	Sept. 14	20.5	92.0	1.68
	32	ヤハズツノマタ, *Chondrus ocellatus* f. *crispus*	July 1	20.0	90.0	2.10
	33	トゲツノマタ, *Chondrus armatus*	July 11	21.0	88.5	2.55
	34	クロバギンナンソウ, *Iridophycus laminarioides*	July 3	20.0	92.0	1.68
	35	フシツナギ, *Lomentaria catenata*	July 3	20.0	85.0	3.50
	36	コスジフシツナギ, *Lomentaria hakodatensis*	July 1	20.0	91.4	1.78
	37	イギス, *Ceramium rubrum*	July 6	20.5	91.3	1.80
	38	ダジア, *Dasya sessilis*	July 3	20.0	92.2	1.60
	39	ムツイトグサ, *Polysiphonia senticulosa*	July 1	20.0	92.0	1.68
	40	モロイトグサ, *Polysiphonia Morrowii*	July 13	21.0	85.8	3.23
	41	ユナ, *Chondria crassicaulis*	July 13	21.0	92.2	1.60
	42	イソムラサキ, *Symphyocladia latiuscula*	July 3	20.0	95.0	0.90

頃に発生し，硝酸イオンの濃度が最大量に達する１，２月頃に最盛期を迎えるために窒素源として硝酸塩を多く必要とし，硝酸同化力も亦比較的強いものと思考せられる。尚マコンブ，アカモク，ウミトラノヲ，アカバ及びイソダンツウにおいて硝酸還元酵素作用力が全く認められなかつたが，これはこれ等の藻類に硝酸同化力がないわけではなく，Sodium Lactate が水素供与体として反応に与らないためと思考せられる。従つて各種海藻の水素供与体については更に研究を進める必要があろう。

要　　約

前報に記載した測定法に従い各種海藻の硝酸還元酵素作用力を測定した。

その結果によると硝酸還元酵素作用力はスサビノリが最も強く，次いでヨレアヲノリ，フシツナギ及びモロイトグサが比較的強いことが認められる。而してツルモ，アナアヲサ，チガイソ，ツルツル，タマジュズモ，テングサ，トゲツノマタ，フクロノリ，ウミゾウメン，*Enteromorpha* sp.，スジメ，アカハダ，ヤハズツノマタ，アサミドリシホグサ，ウスバアヲノリ，イギス，コスジフシツナギ，ナンブワカメ，ツノマタ，クロバギンナンソウ，ムツイトグサ，ダジア，ユナ，ウルシグサ，コメノリ，ヨレクサ，ミル及びオゴノリはその次に位し，ヲバナハネモ，ヒジキ，カタノリ，イソムラサキ及びマツモはその作用力が著しく弱いことを認めた。尚マコンブ，アカモク，ウミトラノヲ，アカバ及びイソダンツウにおいてその作用力は全く認められなかつた。

一，二の例外を除いて一般に褐藻類の硝酸還元酵素作用力は緑藻，紅藻のそれに比し弱いと結論しうるであろう。

文　　献

(1) 高木光造・村田喜一：北大水産彙報，4，296 (1954)

（水産科学研究所業績 第201号）

海藻の窒素同化機構に関する研究—Ⅲ

硝酸還元酵素の最適pHに就て

高木光造・村田喜一

（水産食品化学教室）

STUDIES ON THE MECHANISM OF NITROGEN ASSIMILATION IN MARINE ALGAE—Ⅲ

On the Optimum pH of the Nitrate Reductase in Some Species of Marine Algae

Mitsuzo TAKAGI and Kiichi MURATA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

1. The optimum pH of the nitrate reductase in six species of marine algae was estimated, of which two belong green, one brown, and three red algae.
2. According to the result of the present study, the optimum pH of the nitrate reductase in green algae is known for each species as follows; pH 7.17 in both of *Ulva pertusa* and *Enteromorpha Linza*.
3. In brown alga it is known as follows; pH 7.73～8.04 in *Undaria pinnatifida* f. *distans*.
4. And in red algae it is known for each species as follows; pH 7.71 in *Polysiphonia Morrowii*, pH 7.17～8.30 in *Gelidium Amansii* and pH 7.73～8.04 in *Chondrus ocellatus*.

海藻の生育する環境海水のpHは沿岸水域ではpH7.9～8.0にあるが，外洋水域においてもpH8.2を超えることは稀である。而るに河口においてはpH7.8前後となり，更に外洋水の影響の比較的少い港湾内部においてはpH7.4～7.7にあつてその値は幾分低い。

著者は前報[1]において海藻の硝酸還元酵素作用力測定法を確立し，その測定法に従つてえた各種海藻の硝酸還元酵素作用力を紹介したが，こゝには硝酸還元酵素のOpt. pHが環境海水のpHと如何なる関連性をもつかについて検討した結果を報告する。

実験方法

(1) 硝酸還元酵素液の調製

前報において記載した方法による。

(2) 硝酸還元酵素のOpt. pH測定法

Thunberg Tube	Composition of Exp. Solution	
Side Chamber	—0.011M KNO_3 Solution	1cc
	—0.52M Sodium Lactate Solution	1
Main Chamber	—M/15 Sφrensen's Phosphate Buffer Solution (various pH)	5
	—Enzyme Solution	2
	—Water	1
	Total	10cc

上述の内容液を 20°C，10mm 以下の真空度で1時間反応させたのち，20% Trichloracetic acid 0.5cc，酸性白土1gを加え，はげしく振盪し，遠心分離してえられる上澄液を分取し，Griess-Ilosvay 試薬 2cc を加え 40°C，15分間加温して生ずる桃色の色調を光電比色計により透過率を測定し，それより生成された亜硝酸イオンの最多量を示す pH を以て最適とした。

実 験 結 果

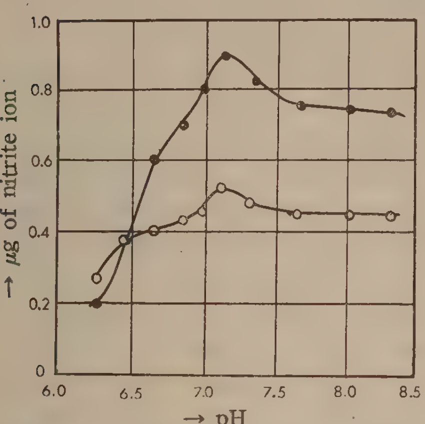


Fig. 1 Optimum pH of the Nitrate Reductase in *Ulva pertusa* (○-○) and *Enteromorpha Linza* (●-●)

（1） 緑藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH について

緑藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pHを求めるために用いた試料はアナアヲサ（*Ulva pertusa*），ウスバアヲノリ（*Enteromorpha Linza*）の2種で，いずれも9月4日七重浜にて採取したものについて行つた。而してFig.1 はその実験結果を示したものである。

Fig. 1 に示した如く，緑藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH はアナアヲサ，ウスバアヲノリいずれにおいても pH 7.17 にあることを知つた。

（2） 褐藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH について

褐藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pHを求めるために用いた試料はナンブワカメ（*Undaria pinnatifida* f. *distans*）で7月27日七重浜にて採取したものについて行つた，而してFig.2 はその実験結果を示したものである。

Fig.2 に示した如く，褐藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH はナンブワカメにおいては pH 7.73～8.04にあることを知つた。

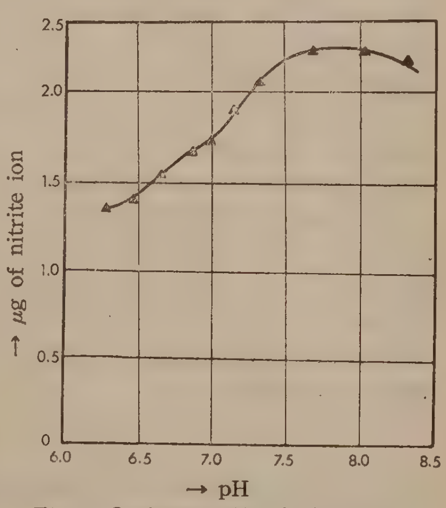


Fig. 2 Optimum pH of the Nitrate Reductase in *Undaria pinnatifida* f. *distans* (▲-▲)

（3） 紅藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH について

紅藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH を求めるために用いた試料はテングサ（*Gelidium Amansii*），ツノマタ（*Chondrus ocellatus*）及びモロイトグサ（*Polysiphonia Morrowii*）の3種で，夫々9月9日 9月14日及び9月5日，七重浜あるいは穴澗において採取したものについて行つた。而して Fig.3 はその実験結果を示したものである。

Fig.3 に示した如く，紅藻の硝酸還元酵素作用力の Opt. pH はテングサにおいては pH 7.17～8.30，ツノマタは pH 7.73～8.04，モロイトグサはpH 7.17 にあることを知つた。

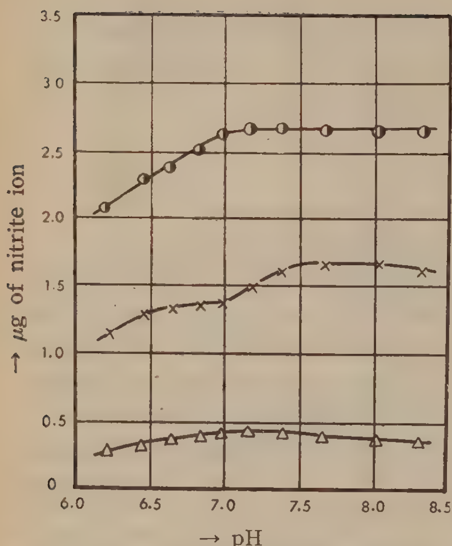


Fig. 3 Optimum pH of the Nitrate Reductase in *Gelidium Amansii* (◑-◑), *Chondrus ocellatus* (×-×), and *Polysiphonia Morrowii* (△-△)

考　　察

海藻の硝酸還元酵素のOpt. pHは緑藻アナアヲサ，ウスバアヲノリ，紅藻モロイトグサにおいてはpH 7.17を示し環境海水のpHよりやゝ低いが，褐藻ナンブワカメ，紅藻ツノマタにおいてはpH 7.73～8.04にあつて環境海水のpHと概ね一致し，テングサにおいてはpH 7.17～8.30の広い範囲に渉つている。

尚著者の一人(高木)(2)は前に海藻カタラーゼのOpt. pHを測定してアナアヲサはpH 7.17，ナンブワカメはpH 7.73，テングサはpH 7.17～7.38と報告したが，これら海藻の硝酸還元酵素のOpt. pHも亦ほゞ同一値を示したことはこれらのpH価を有する環境海水が各々の藻類の生長発育に最適であることを暗示している。然しながら生体内には無数の酵素類があつてそれら酵素類の相互且密接なる連繫の下に生活現象が営まれていることを考えると全ての酵素類が支障なく反応を進行せしめるに充分なpHであるか否かを更に確める必要がある。藻類を培養することも一つの方法であるから著者はこの方法によつても実験的に究明したいと考えている。

而してカタラーゼ，硝酸還元酵素両者のOpt. pHが一致せざるウスバアヲノリにおいてはそのいずれのpHが生長発育に好適であるか，それともそれらと全く異つたpH価を有する環境海水が生長発育に最適であるかも知れないが，ウスバアヲノリは淡水や汚水の流入口においても，又pHのやゝ低い港湾内部においても，或いは亦外洋水の影響を多く受けているpH価の高い海水中にもその生育が広く認められる点から考えて，その生育する環境海水のpHには比較的広い幅を有するものではなかろうか。その点に関しては硝酸還元酵素の実験結果よりテングサについても同様に考えられる。

又渡辺(3)は海藻の脱水素酵素のOpt. pHについてアサクサノリはpH 9.1，*Ulva lactuca* はpH 8.0と述べている。藻類においても高等植物における如くその生活機能が分化して営まれているとすれば酵素の種類によりそのOpt. pHがある程度異つても矛盾はないわけであるが，藻類は分類上の位置も低く形態学的にも分化しているものは少ないから，大部分の藻類においては生活機能は専ら葉において営まれ，従つて種々の酵素類のOpt. pHも亦一致すべきが至当であるが，これらの点に関しては今後更に研究を重ね度い。

要　　約

海藻の硝酸還元酵素のOpt. pHを緑藻2種，褐藻1種，紅藻3種について測定した。その結果

1. 緑藻における硝酸還元酵素のOpt. pHはアナアヲサ，ウスバアヲノリいずれもpH 7.17にあることを知つた。

2. 褐藻における硝酸還元酵素のOpt. pHはナンブワカメpH 7.73～8.04にあることを知つた。

3. 紅藻における硝酸還元酵素のOpt. pHはモロイトグサpH 7.17，テングサpH 7.17～8.30，ツ

ノマタ pH 7.73～8.04 にあることを知つた。

文　　献

(1) 高木光造・村田喜一：北大水産彙報 , 296 (1954); 4, 306 (1954)
(2) 高木光造：日水誌, 19, 798 (1953)
(3) A. Watanabe: Acta Phytochim., 15, 129 (1949)

（水産科学研究所業績 第202号）

イカ完全利用に関する研究

第10報　スルメ製造に関する研究（其の三）
スルメ白粉生成条件並に其の機構に就て

谷川英一・工藤駿一
（水産食品製造学教室）

STUDIES ON THE COMPLETE UTILIZATION OF SQUID (*Ommastrephes sloani pacificus*)

X. STUDIES ON THE MANUFACTURE OF "SURUME" (DRIED SQUID) (3)
On the Formation and Its Mechanism of the White-Flour on the Surface of "Surume"

Eiichi TANIKAWA and Shun-ichi KUDO

(Faculty of Fisheries (Hakodate), Hokkaido University)

When the dried squid-fillet meat ("Surume" in Japanese) is stored, a white-flour generates on the surface of the meat. The authors have made detailed observations on the mechanisms of the formation of the white-flour and have obtained the following results.

For the samples, the following materials were used: (A)-Sample was dried squid meat from which the white-flour had been washed away with water and dried in a drying chamber, (B)-Sample was dried squid meat which was manufactured by the usual process, but had no white-flour on the surface of the meat, and (C)-Sample was the dried squid meat which had a slight amount of white-flour.

The samples were put in vessels having about 70%, 80% and 90% of relative humidities respectively and the vessels were stored at room temperature (15°～21°C) and at 37°C in an incubator. The conditions of the formation of the white-flour were thus examined at different humidities and temperatures.

(1) The amount of the white-flour formed on the surface of the dried squid meat on which the extracted matter solution had already oozed out (in the case of (A) Sample), is larger according to higher humidity of environment, or lower temperature.

(2) When the dried squid meat after drying was stored (in the case of (B)-Sample), no white-flour was observed in the case of 90% humidity of the environment, but white-flour generated after 5 days in 70% humidity and after 8 days in 80% of humidity respectively.

(3) When the dried squid meat on which there was a small amount of white-flour was stored (in the case of (C) Sample), the amount of the flour became larger according to the higher humidity of the environment, or to the lower temperature.

(4) When the humidity of the environment was in excess of 90%, the dried squid meat

absorbed a larger amount of water and the quality of the dried goods became inferior.

(5) In order to make good quality dried squid meat which has a small amount of white flour, the dried meat after drying, must be stored in low humidity and at comparatively higher temperatures.

(6) When the dried squid meat is stored under 70% humidity at 30°～37°C the formation of white-flour can be prevented.

緒　　言

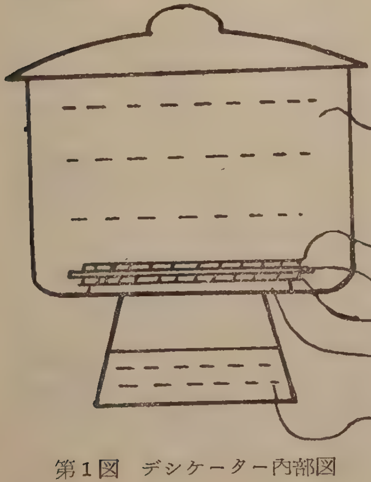
先に著者等はスルメの白粉の成分に就て研究し[1]，従来唯単に「ベタイン」といわれていた白粉が実は種々のアミノ酸の混合物である事を明らかにした。而して白粉はイカを乾燥中其の初期に肉蛋白が種々の酵素に依り分解して生成されたアミノ酸が表皮上に滲出し乾燥と共に水分が蒸発して析出したものと考えるのである。即ち乾燥せるスルメをムシロ包みとなし倉庫に貯蔵せる場合，スルメの表面に肉中の水分が内部拡散する時一緒に滲出して来たアミノ酸が乾燥して白粉を生ずるものと考えられる。そこで今回は白粉防止の目的を以て貯蔵条件と白粉の析出状態をスルメ醃蔵時に於ける外囲の湿度測定に依つて明らかにせんとし，二，三の結果を得たので此処に報告する次第である。

実験1，既にアミノ酸溶液がスルメ表面に滲出している場合の白粉生成状況

1）試料：昭和二十七年秋製造され格付された函館産上等スルメ及び並等スルメに就て研究した。

2）実験方法：試料としては上等スルメ及び並等スルメの表面に生成せる白粉を水洗し乾燥したものを用いた，これはすでにアミノ酸液が内部拡散してスルメ表面にまで滲出している状態にあるものである。これらを湿度及び温度を変えて白粉生成の状態を観察するため，硫酸デシケーターを用い，70%，80%，90%と湿度を調節し，温度変化は室温(21°C) 並に恒温室(37°C) の両者を用いた。亦スルメ醃蔵時に使用せる包装用ムシロは，乾熱滅菌（180°C，1時間）に依り種々細菌及び黴の附着せるものを滅菌した。本実験に使用せる湿度調整用硫酸デシケーターの硫酸%及び比重は次の通りである。

湿度%	硫酸%	比重
70	33	1.245
80	26	1.190
90	16	1.085



第1図　デシケーター内部図

前記実験方法に於て大凡2週間放置後スルメ表面に発生せる白粉の分布状態をしらべた。白粉発生に用いた湿度調節のためのデシケーターの内部は第1図の如くである。

3）実験結果：実験結果としては上等スルメに於ける白粉生成の状態は，室温放置のものでは第2図第3図，第4図の如くである。又37°C放置のものでは第5図，第6図，第7図の如くである。又並等スルメに於ける各湿度，各温度放置に依る白粉発生状態は第8図～第13図の如くである。

上等スルメを室温放置した場合では2週間後次の

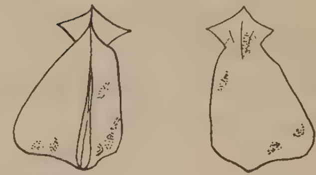
如き白粉発生状態が観察せられた。即ち第2図～第4図で見られる通り湿度90%のものがその白粉発生分布が最大で次に80%であり，70%は最小であつた。同スルメを 37°C に放置した場合では第5図～第7図の如くで湿度70%,80%,90%と順に白粉は増加している。此の場合室温と 37°C 放置のスルメ白粉発生量は低温である室温の方が 37°C 放置に比して大であつた。以上の6試料の観察の結果何れもムシロに覆われた部分が他部分に比して特に白粉の発生量が著しかつた。これは一定湿度内のデシケーター中に於てもスルメ表面とムシロの接触面に於て湿度に差が生じて現れた現象であると思われる。即ち接触面が外囲の湿度に比してそれよりも高湿度にあつた為めと考えられる。

次に並等スルメ室温放置に於ては同じく2週間後第8図～第10図に見られるが如き白粉発生状態が観察せられた。即ち白粉量は三者共甚だ少であり幾分か湿度に比例して大と思われる。同スルメ 37°C 放置に於ても同様にして第11図～第13図の如く白粉量は僅少にして湿度90%のみその発生が見られ他の二者に於ては発生が見られなかつた。此の場合も6種の試料をくらべてみるに室温の方が 37°C 放置に比して白粉量大にしてムシロとスルメ表面の接触面に於て白粉量が多かつた。一般に白粉の発生量は上等スルメと並等スルメをくらべて見て前者の方が大であつた。これは白粉結晶を形成すべきところの内部拡散されたアミノ酸が量的に亦質的に上等スルメの方が大なる為と考えられる。本実験に使用した試料スルメは長期間醃蔵されて白粉を生じたものを水洗に依り落して用いた為に12試料共そのスルメ肉中からのアミノ酸の内部拡散度が均一化されていると推察出来る。室温に於て白粉発生量が大なるのは内部拡散されて表面に析出したアミノ酸が結晶を形成するに対して 37°C より低温なるため好条件にあるものと思われる。

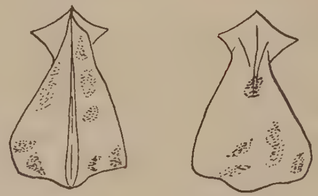
次にこの12試料に就いて各湿度別に10平方糎当りの白粉発生面積を数的に概算してみた。その結果は第1表の如くである。

上等スルメ室温放置

内　面　　　表　皮



第2図
湿度70%



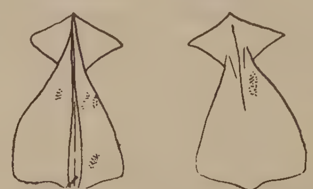
第3図
湿度80%



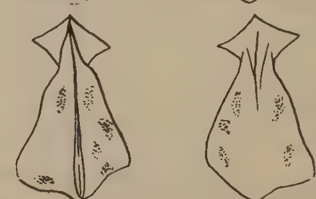
第4図
湿度90%

上等スルメ37°C放置

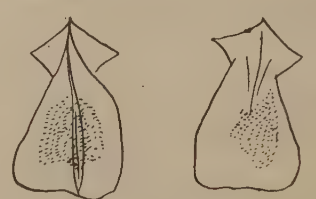
内　面　　　表　皮



第5図
湿度70%



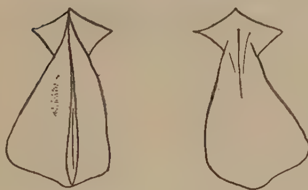
第6図
湿度80%



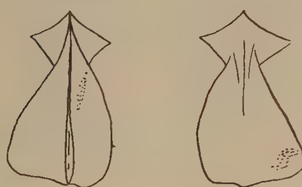
第7図
湿度90%

並等スルメ室温放置

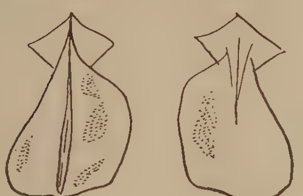
内　面　　　　表　皮



第8図
湿度70%



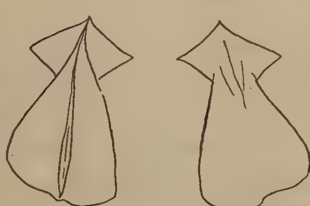
第9図
湿度80%



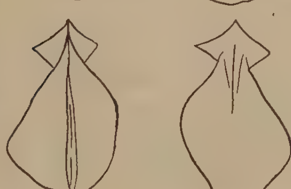
第10図
湿度90%

並等スルメ37°C放置

内　面　　　　表　皮



第11図
湿度70%



第12図
湿度80%



第13図
湿度90%

第1表　白粉発生面積概算表（10平方糎当り）
単位(cm²)

C°	室温放置		37°C 放置	
% ＼ スルメ	上品	並品	上品	並品
70	2	1	1	0
80	6	1	4	0
90	9	4	5	3

4）結論：スルメ白粉形成に当つては外囲の湿度が大なるもの程発生量が大である。亦温度が少なる程本実験の如きアミノ酸の内部拡散が行われたスルメに於ては白粉量が大である。而して良質スルメ程白粉量の発生量が大の様に思われる。湿度70%以下では白粉防止可能と推察出来る。湿度90%内外においてはスルメ肉水分量が相当大なる為（約40～50%）スルメ製品としては不良である。本実験においてはスルメ肉中からのアミノ酸の内部拡散を考えずに唯単に拡散されて結晶を形成する状態にあるスルメに対して外囲の湿度及び温度影響をしらべた事となる。更に次の実験に於てはアミノ酸が未だ充分拡散されない試料を用いて主に内部拡散と湿度との関係に就いて実験を行つた。

実験2，乾上げ直後のスルメにおける白粉生成条件に就いての実験

スルメ白粉生成に於て大なる影響を及ぼすところのスルメ肉外囲の湿度測定の意味において，アミノ酸液の内部拡散が激しくない試料に就いて先づ湿度と内部拡散の関係を知る為本実験を行つた。即ち天日乾燥に依り乾上がり直後のスルメを2枚重ね合せその間に乾燥濾紙（180°C，1時間乾燥，水分0%）を挟みその濾紙の含水量状態によつて外囲の湿度による肉内部よりのアミノ酸の内部拡散と表面よりの蒸発の状況を観察せんとした。本実験に使用した濾紙（東洋濾紙 No.5C）は前記条件にて乾燥した故無水物とみなされる。

（1）予備試験

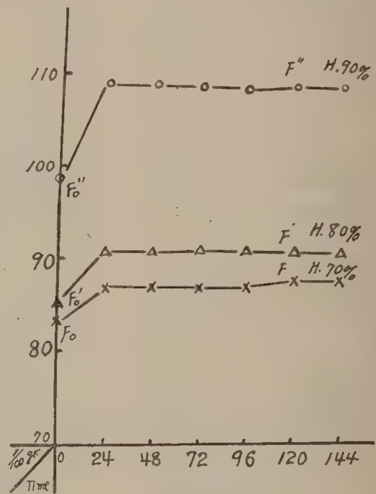
i）実験方法：先づ予備試験として乾燥濾紙の外囲の種々の湿度中における吸水状態をみるため次の実験を行つた。本実験は室温で行い実験1にて用いた硫酸デシケーターにて70%，80%、90%の各湿度調節を行つた，各濾紙の重量変化は秤量管中にて測定した。

ii） 実験結果：各湿度における乾燥濾紙の重量変化は第２表の如くである。又各湿度における濾紙の重量変化率 M(又は M′,M″) は次の通りである。即ち

湿度70% $M=\frac{F}{F_0}\times 100=105\%$; 同 80% $M'=\frac{F'}{F_0'}\times 100=107\%$; 同 90% $M''=\frac{F''}{F_0''}\times 100=110\%$

第２表　乾燥濾紙の重量変化（単位gr）

時間 ＼ 湿度%	70	80	90
0	F_0 0.8355	F_0' 0.8532	F_0'' 0.9892
24	0.8699	0.9100	1.0927
48	0.8710	0.9102	1.0920
72	0.8740	0.9104	1.0972
96	0.8749	0.9141	1.0983
120	0.8759	0.9138	1.0987
124	0.8760	0.9138	1.0988
平衡重量	F 0.8750	F' 0.9139	F'' 1.0980



第14図　濾紙重量変化曲線

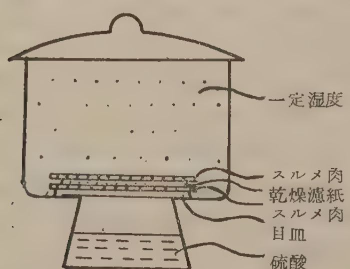
第２表の結果を図示したものは次の第14図の如くである。

iii） 結論：以上の実験結果から各湿度における濾紙の重量変化率M，M′，M″はそれぞれ 105%，107%，110% にして湿度に比例してその変化率が大となる。各湿度における乾燥濾紙の平衡重量に達する期間は大凡 124 時間即ち 1 週間内外であつた。

（２） 本実験

次にスルメ肉とスルメ肉との間に予備実験に於て使用したと同様の乾燥濾紙を挾んで各湿度における乾燥濾紙重量変化並にスルメ肉の重量変化を測定した，試料として用いたスルメイカは昭和28年10月捕獲された函館産のものにして白粉のみられない生乾きのもの（水分34～36%）を使用した。

i） 実験方法：本実験は室温にて行い，前実験にて用いたところの硫酸デシケーターにて70%，80%，90%の各湿度調節を行つた。第15図はその内部を示したものである。



第15図　デシケーター内部図

ii） 実験結果：各湿度に於ける挾んだ乾燥濾紙の重量変化は第３表，並にスルメ肉重量変化は第４表の如くである。

各湿度に於けるスルメ肉に挾んだ濾紙重量変化率は次の通りである。

即ち

第３表　挾んだ乾燥濾紙の重量変化（単位gr）

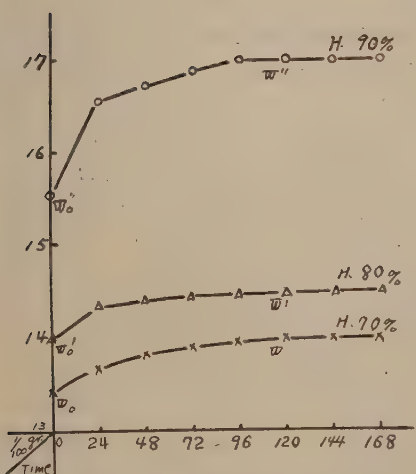
時間＼湿度%	70	80	90
0	W_0 0.1345	W_0' 0.1399	W_0'' 0.1551
24	0.1365	0.1436	0.1655
48	0.1376	0.1445	0.1673
72	0.1388	0.1446	0.1686
96	0.1398	0.1472	0.1698
120	0.1398	0.1495	0.1701
144	0.1397	0.1495	0.1701
168	0.1398	0.1496	0.1702
平衡重量	W 0.1398	W' 0.1495	W'' 0.1701

湿度70%　$B_0=\frac{W}{W_0}\times 100=104\%$

同 80%　$B_0'=\frac{W'}{W_0'}\times 100=107\%$

同 90%　$B_0''=\frac{W''}{W_0''}\times 100=109\%$

第３表の結果を図示したものは次の第16図の如くである。



第16図　濾紙重量変化曲線

第４表　スルメ肉重量変化（単位gr）

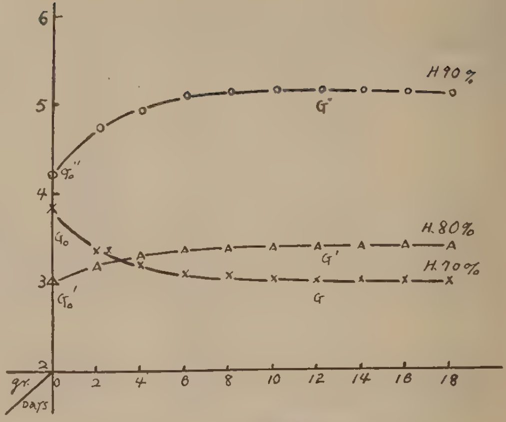
日数＼湿度%	70	80	90
0	G_0 3.8363	G_0' 3.0088	G_0'' 4.2337
1	3.6179	3.1263	4.3237
2	3.3421	3.1631	4.7463
3	3.2858	3.2260	4.8849
4	3.2031	3.2787	4.9433
5	白粉發生 3.1431	3.3423	5.1124
6	3.1024	3.3612	5.1421
7	3.0801	3.3829	5.1741
8	3.0748	白粉發生 3.4043	5.2082
9	3.0632	3.4110	5.2189
10	3.0541	3.4115	5.2201
11	3.0522	3.4120	5.2251
12	3.0520	3.4129	5.2281
13	3.0518	3.4131	5.2299
14	3.0517	3.4132	5.2300
15	3.0516	3.4140	5.2301
16	3.0516	3.4141	5.2301
17	3.0516	3.4141	5.2301
平衡重量	G 3.0516	G' 3.4141	G'' 5.2301

第４表の結果を図示したものは第17図の如くである。亦此の乾燥濾紙を挾んだスルメ肉の最初の水分含有量は次の如くであつた。即ち

湿度70%デシケーター内のスルメ肉		34.8%
同　80%	同	34.0%
同　90%	同	35.7%

各湿度内におけるこのスルメ肉は大凡17日前後において平衡重量に達した，而して此の時における各スルメ肉の平衡水分量は次の通りであつた。

湿度70%内スルメ肉平衡水分量		A_0 ＝18.3%
同　80%	同	A_0'＝41.8%
同　90%	同	A_0''＝48.3%

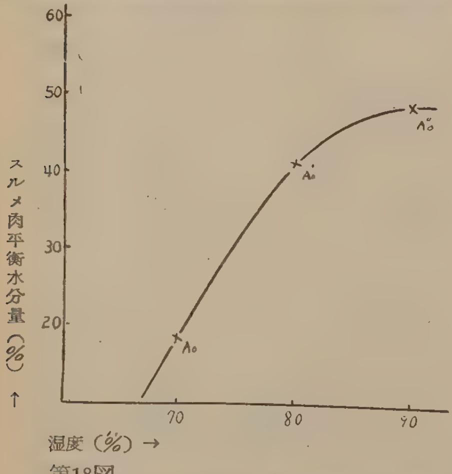


第17図　スルメ肉重量変化曲線

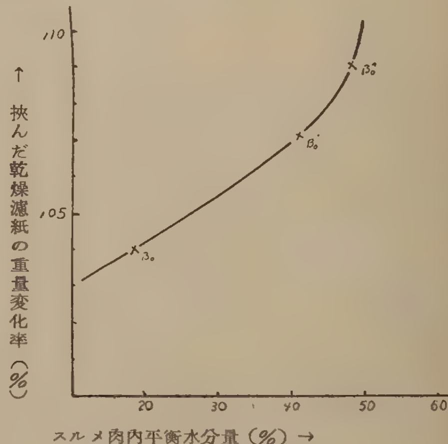
即ちこれらのことから各湿度におけるスルメ肉中湿度70%内のものゝみがその水分量に減少を呈し後の二者は湿度に比例して増加している。

以上の実験結果からスルメ肉平衡水分量と湿度との関係，並に肉と肉の中間に挾んだ濾紙の重量変化率とスルメ肉平衡水分量との関係が生じて来る。即ち

第18図はスルメ肉平衡水分量と湿度の関係を示す。亦第19図はスルメ肉とスルメ肉との間に挾んだ乾燥濾紙の重量変化率とスルメ肉内平衡水分量の関係を示すものである。



第18図
スルメ肉内平衡水分量と湿度との関係



第19図　挾んだ乾燥濾紙重量
変化率と平衡水分量との関係

iii）．結論：以上の実験結果に於て各湿度におけるスルメ肉に挾んだ乾燥濾紙の重量変化率 B_0，B_0'，B_0'' はそれぞれ104%，107%，109%であり，実験２における（１）の予備試験の乾燥濾紙重量変化率と略同様の数値を示している。又大凡一週間で恒量に達している。

スルメ肉の重量変化は湿度70%中においては0.7847grの減少，同80%中においては0.4053grの増加同90%中においては0.9964grの増加をそれぞれ呈している。而してこれらスルメ肉は大凡17日後においてその重量が恒量に達する。従つて当然その肉中に含まれる水分量も平衡になる訳である。各湿度におけるスルメ肉の白粉発生状態を観るに湿度70%内においては８日後にその発生が又同80%内においては８日後に発生がみられ，同90%内におけるスルメ肉は５日後に黴の発生が現れ漸次日数の経過につれて増大しスルメ製品としては全く不良であつた　白粉の発生をみた湿度70%のデシケーター内スルメ肉の水分量は21.4%，同80%内ではスルメ肉水分量は41.3%を呈している。亦本実験に依つて得られたところの第18図のスルメ肉平衡水分量と湿度との関係及び第19図のスルメ肉の間に挟んだ乾燥濾紙重量変化率と平衡水分量の関係から実用的に醃蔵スルメ外囲の湿度が推定出来る。即ち重量既知の乾燥濾紙をスルメ肉の間に挟み約一週間後乾燥濾紙が平衡重量に達した時その重量変化率を算出すれば第19図からスルメ肉の平衡水分量が解る。従つて第18図に依つてそのスルメ肉平衡水分量から外囲の湿度が大凡推定される事になる。

実験３，乾燥げ直後のスルメ醃蔵時における白粉発生状況

1)　試料：試料として用いたスルメイカは昭和28年秋に製造された函館産のものにして僅かに白粉のみられた乾上げ直後のスルメを使用した。この試料は已にエキス分が表面に滲み出ているとみなされるものである。

2)　実験方法：本実験は室温(15°C) 並びに恒温室(37°C) の両者にてそれぞれ前記実験にて使用した硫酸デシケーターにて70%，80%，90%の各湿度調節を行つた。即ち各デシケーター内には試料スルメイカを３枚一組として重ね合せたもの並びに対照試験として１枚のみとしたものゝ両者を放置し毎日観察し大凡一週間後にその白粉発生状況をしらべた。

3)　実験結果及び結論：本実験においても先の実験１と同様に両温度 (15°Cと37°C) 共に湿度の高い方が白粉量が大であつた。亦室温と恒温室を比較してみると前者の方が大なる傾向をしめしている。即ちこの事は白粉の生成が湿度に依る乾燥機構よりも温度の高低によつてアミノ酸溶液の溶解度に差を生じたゝめに表われた現象と考えられる。３枚一組に重ね合せた試料はその接触面において白粉量大であつた。１枚のみを放置した試料は３枚一組のものに比して一般的に少なかつた。湿度90%内のスルメは両温度共肉質柔軟となりスルメ製品としては全く不良である。湿度70%においては両温度共白粉微量にして且肉質が良好の状態を呈した。

結　　　論

以上二，三の実験からスルメ肉の白粉発生は次の如く考えられる。即ちスルメ製造に際し肉中内部拡散されたエキス分が表面に析出して白色の結晶を形成したものである。エキス分中のアミノ酸液が肉中より内部拡散によつて既に表面に析出している状態にある時即ち白粉生成スルメを水洗により落したものでは実験１の如く湿度が高く，且温度が結晶を形成するに適当の時に(高温は不可)白粉生成量が大であつた。実験２の(２)本実験においては湿度が大なるもの程白粉の生成がみられなかつた。これは試料として用いた生乾きスルメ肉が未だ内部拡散に依つてエキス分を充分に滲出してない故に外囲の湿度が大であつて結晶を形成するに好条件にあるにもかゝわらず結晶をみなかつた。即ち湿度が大であると内部拡散が小なる故に白粉結晶をつくるべきアミノ酸液が表面に滲出しなかつたためと思われる。逆に湿度が小の時にはエキス分の表面滲出が大である故に外囲の湿度が白粉形成に不良条件にあつても実験２でみられる如くに僅かの白粉生成をみた訳である。即ち白粉を大量に出すために

は，始め湿度の小なるところで乾燥しエキス分を充分に表面へ滲出させた後醃蔵等に依つて湿度を大にして比較的温度の低い場所に放置するとよいことになる。故にこれらの事から良いスルメ製品を製造する条件としてスルメを天日乾燥の後湿度の小なるところに比較的高温で貯蔵すれば白粉生成量を小にすることが出来る。換言すればスルメを天日乾燥の後湿度70%以下で温度 30°C～37°C 附近に放置し何等かの方法で吸湿防止の措置を講ずれば白粉の発生を防止出来ると考えられる。

要　　約

スルメの製造後醃蔵中にその表面に生成する白粉の発生機構について研究した，即ち長期間醃蔵に依り充分に白粉の発生をみたスルメの表面を水洗に依りその白粉を落したスルメ並びに乾上り直後のスルメを夫々湿度を70%，80%，90%に調整した容器に入れたものを室温（15°～21°C）及び 37°Cにおき，かくの如くして温度，湿度を異にした場合の白粉の生成状況を調べ次の如き結果を得た。

（1） 既にエキス分がスルメ表面に滲出している場合の白粉生成においては外囲の湿度の大なるもの程又温度の少なる程白粉生成量が大である。

（2） 乾上げ直後のスルメを直ちに醃蔵した場合に於ける白粉生成において，外囲の湿度90%の場合では白粉の生成が全くみられなかつた。湿度70%以内では5日後に又80%では8日後に白粉の生成をみた。

（3） 乾上げ直後既に僅か白粉のみられるスルメを醃蔵する場合においては外囲の湿度の大なるもの程且温度の比較的低いものにおいて白粉発生量が大であつた。

（4） 以上いずれの場合に於ても外囲の湿度が90%内外のものはスルメ製品としては吸水甚だしくなり不良である。

（5） 良いスルメ製品即ち白粉の少いスルメを製造する条件としてイカを天日乾燥後湿度の小なるところに，比較的高温で醃蔵せば白粉の生成量を小にすることが出来る。

（6） イカを天日乾燥後湿度70%以下で温度 30～37°C 附近に放置し何等かの方法で吸湿防止の措置を講ずれば白粉の発生を防止出来ると思われる。

文　　献

（1） 谷川・工藤・元広（1953）：北大水産学部研究彙報，第4巻，第3号，234頁

（水産科学研究所業績 第203号）

イカ完全利用に関する研究

第11報　スルメ製造に関する研究（其の四）
スルメ製造中における「ムレ」に就て

谷川英一・秋場　稔・沼倉忠弘
（水産食品製造学教室）

STUDIES ON THE COMPLETE UTILIZATION OF SQUID (*Ommastrephes sloani pacificus*)

XI. STUDIES ON THE MANUFACTURE OF "SURUME" (DRIED SQUID)
(4) ON THE MUSTINESS OF SQUID MEAT DURING ITS DRYING

Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Tadahiro NUMAKURA

In manufacturing dried squid meat ("Surume" in Japanese) the phenomenon of musty raw meat is seen before the drying will be completed, under the conditions of the environments of high temperatures and humidities.

The authors have studied the phenomenon of the mustiness of raw squid meat in the environments of various conditions of temperature and humidity, and the following results were obtained.

(1) The phenomenon of mustiness of raw squid meat was not recognized below 85% relative humidity.

(2) When the amount of volatile base nitrogen of the raw squid meat reached 30～35 mg% and pH value reached above 6.5 in the drying environment of 85% relative humidity, the phenomenon of mustiness of the raw squid meat was recognized.

(3) The phenomenon of mustiness of the raw squid meat is considered to be a manifestation which appers on the way to the putrefaction of the raw squid meat.

The authors have defined the phenomenon of mustiness of the squid meat scientifically as the condition that occurs in the environment of high humidity, when the amount of volatile base nitrogen reaches 30 mg%, when pH value shows above 6.5 and when the pigment cells in the epidermis of the squid break down and the whole surface of the meat becomes red.

(4) In the same relative humidity of above 85%, if the drying temperature is higher (up to 35°C), and in the same temperature, if the relative humidity of the environment is higher, the raw squid meat becomes musty rapidly.

(5) There are differences in the values of putrefactive velocity and the temperature coeffecient (Q_{10}) between squid caught in Summer and in Autumn.

The squid caught in Summer is more likely to putrefy than that caught in Autumn. Therefore the squid caught in Summer become musty more rapidly than that caught in Autumn.

(6) Even though the raw material which has once become musty is dried and manufactured in the commercial style, the dried goods become a reddened merchandise ("Kappa" in Japanese), of which surface becomes red and glittering and the meat becomes rigid and fragile. Yet the quality of the dried squid meat can be considered to be of good quality.

(7) The limit of the freshness of squid meat as raw material for the good dried squid meat was determined to be 20mg% of the amount of volatile base nitrogen in the raw squid meat.

(8) In the case of leaving of squid caught in Autumn at the relative humidity of 100 %, and in the case of leaving of squid caught in Summer at the relative humidity of 92 %, the relation between the leaving temperature (drying temperature) and time (hrs.) to the limit of freshness (20 mg%) was determined and a particular scale was made.

「スルメ」製造の乾燥初期において天候不良のため，屡々高湿，高温の環境に数時間放置されると生原料は所謂「ムレ」の状態となる。かゝる原料をその後の好天条件において常法に従い「スルメ」に製造し得たとしても、俗に「カツパ」と称して少しく赤味を帯びた光沢を放ち且つ肉質の硬い且つ脆い製品となり，その品質は頗る低下したものとなる。この「カツパ」状態の「スルメ」は素人目にも明らかに他のものと区別が出来，かゝる「カツパスルメ」は製造中において天候の悪条件下に製造されたことを明らかに示すものであり，従つて製品検査の際には一応格外品として取扱われるものである。

今回，この「ムレ」の現象の発生が種々の温度及び湿度において如何に相違するかを吟味し，併せて各温度，各湿度における「ムレ」の生成限界を知つて実際の製造面において適宜の処置を講じ得るような区数尺を求めた。以下に本研究の結果について報告する。

実 験 の 部

1. 硫酸デシケーター内放置試験（予備実験）

先づ予備実験として予め約90、80及び70%の湿度を保つように硫酸濃度を調整しておいた硫酸デシケーター内にスルメイカの肉片（13～20gm，幅約 4 cmの短形）を懸吊し、密閉しこれを20°～24°C及び35°～40°Cの温度に保ち，適時とり出してpH及び重量を測定し，又官能による外観検査を行つた。実験結果は次の第 1 表の(1)及び(2)の如くであり，肉のpH及び重量変化を図示すると第 1 図1,2の如くである。尚実験に用いたスルメイカは昭和28年 8 月26日に漁獲された所謂夏イカの鮮度良好なものを用いた。

第 1 表1,2及び第 1 図の 1 より明らかな如く pH は何れも最初6.0を示せるものが，その後漸次増加しはじめ，80%及び90%湿度内で 24°～20°C に放置せるものは約22時間目頃より急激に増加し pH は 7 以上のアルカリ側に上昇してゆく。又35°～40°C放置の場合は湿度70%では22時間目においてもpH 6.5を示すにすぎず，その後肉片の乾燥過度のため pHの測定は不能となつたが，80%及び90%湿度内に放置したものは約 6 時間目頃より急変してゆく。

第1表　硫酸デシケーター内保存試験結果

（1）　温度20°～24°Cに放置した場合

時間(hrs.) ＼ 項目 湿度	pH			重量 (gm)			外観
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	
0	6.0	6.0	6.0	18	18.5	13.5	異常なし
2	6.0	6.0	6.0	17.5	18.2	13.3	〃
4	6.2	6.2	6.2	17.0	18.0	13.1	〃
6 ～	6.2	6.2	6.3	16.5	17.8	13.0	〃
22	6.2	6.3	6.4	14.0	16.0	12.5	〃
24	6.2	6.4	6.5	13.5	15.7	12.3	〃
26	6.3	6.5	6.8	13.1	15.5	12.1	稍々異臭あり
28	6.3	6.7	7.1	12.7	15.2	11.9	80%，90%内のもの色素細胞崩壊
30	6.4	6.9	7.4	12.2	14.8	11.7	90%のものムレる
32	6.4	7.2	7.6	11.8	14.5	11.4	80%のものムレイカとなる

（2）　35°～40°Cに放置した場合

時間(hrs.) ＼ 項目 湿度	pH			重量 (gm)			外観
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	
0	6.0	6.0	6.0	15.5	17.0	13.5	異常なし
2	6.0	6.0	6.0	14.5	16.3	13.0	〃
4	6.2	6.0	6.0	14.0	15.7	12.5	〃
6 ～	6.2	6.2	6.3	12.9	15.0	12.0	〃
22	6.5	7.4	7.5	8.5	12.0	9.4	80%，90%のものムレイカ
24	6.6	7.4	7.5	7.8	11.4	9.0	
26	乾燥過度のため測定不能	7.5	7.6	7.0	11.0	8.7	70%のものはムレず

（註）

硫酸濃度	33%	26%	16%
〃 比重	1.245	1.190	1.085
湿度	70%	80%	90%

尙外観検査とpHとの関係をみると20°～24°C放置の場合では80%湿度のものが28時間後にpH6.7を示す時，表皮中の色素細胞の大多数が破壊し内容色素が細胞外に流出し，赤色味を帯びたものとなり且つ異臭を有し，更に32時間後においては一見して「ムレイカ」の状態となる。又90%湿度の場合にはpH 6.8を示した26時間後において色素細胞は崩壊し，30時間目のpH 7.4においては外観上「ムレイカ」と認められた。次に35°～40°C放置の場合は6～22時間の範囲内における測定を行い得なかつた関係上明らかなことは云えないが，22時間後においてはすでに80～90%湿度のものは明らかに「ムレイカ」となり，そのpHも7.4～7.5の値を示しておつた。

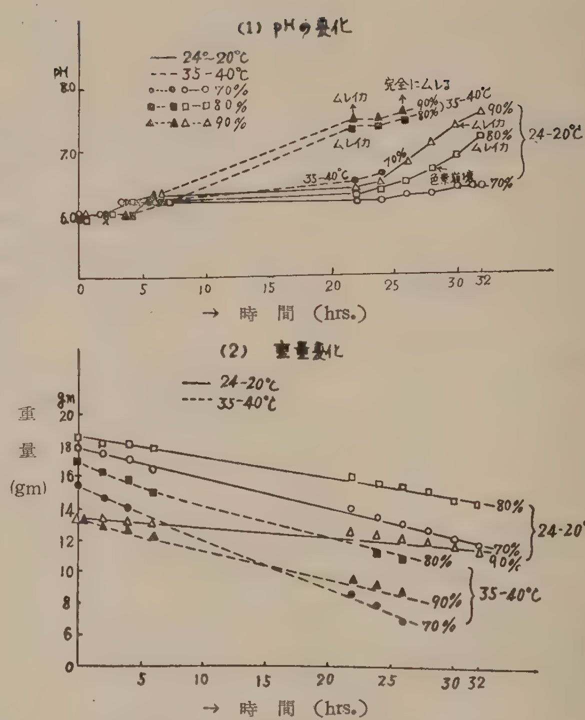
以上によりpHと「ムレ」との関係をみるに，大体において「ムレイカ」となつたものはpH 6.5以上になつていることが判る。

次に重量の変化を第1図の2よりみるに，何れの試料においても明らかに重量は緩慢に減少してゆくが，低湿度且つ高温度のもの程重量の減少程度が大きいようである。即ち乾燥が進むことゝなる。これらの乾燥曲線より今緩慢な乾燥方程式として提出[1]されている次の(1)式により乾燥率λ(時間単位)を求めると第2表に示す如くになる。又(1)式より $\log W/W_1$ と時間Nとの関係をみると第2図に示す如く，略々直線関係で表わされることが判る。

$$W=W_1e^{-\lambda N} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

但し(1)式中，W_1 は乾燥前の重量(gm),Wは乾燥後の重量(gm),Nは乾燥時間(hrs.),λは乾燥率を示す。

第2図より明らかな如く，湿度が小になるに従い，且つ温度が増すにつれて乾燥率λの値は大となり，速かに乾燥が進行することが判る。



第1図　硫酸デシケーター内保存試験結果

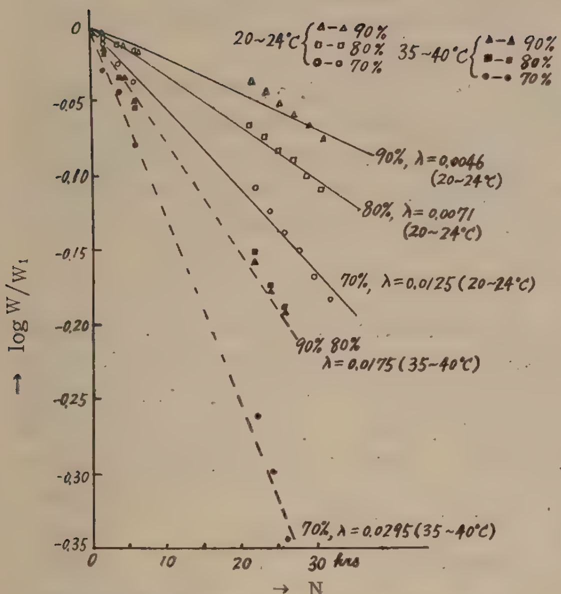
以上の硫酸デシケーター内の放置試験により湿度が80%～90%以上となれば「ムレイカ」となること，且つ「ムレイカ」となれば肉質のpHが6.5以上となることが明らかとなつたが，こゝで云う所の湿度は最初試料を硫酸デシケーター内に入れる前のデシケーター内の湿度である。試料を懸吊した後，拡散，蒸発等が起り，デシケーター内の湿度は幾分増加する。一方肉片の重量は腐敗分解の程度の僅少と思われる低湿度(70%)に放置したものにあつては或一定時間後に平衡状態に達するが，80%又は90%の如き高湿度に放置したものはpHの変化及び外観よりみても明らかに腐敗分解作用が進行し，イカ肉片の重量の恒量は得難いと思われる。

2.　恒温，恒湿器内にイカ肉を放置した場合の実験

本実験に用いた装置は第3図に示す如きものであり，その大きさは間口57×41(cm)，奥行15(cm)である。この箱内に秋イカは約16尾収容出来る。温度は装置内に電球を点滅することにより調節し，30°C以上の場合には100W電球1ケ，27°C前後の場合は60W電球1ケ，20°C前後は40W電球1ケを用いた。湿度は別に装置せる蒸気発生器より水蒸気を装置内下部の鋸屑層を通過せしめて，こゝより装置内に均一に拡散せしめ，上部に取りつけている乾湿球湿度計の温度差を一定に保つために天窓とコックにより調節した。本装置は常時実験者が乾湿球湿度計を注視し適宜温度及び湿度の調節に努力することによつて割合に

第2表 各湿度に放置せる場合の乾燥率(λ)の比較

湿度 ＼ 温度	70%	80%	90%
20°～24°C 放置	0.0125	0.0071	0.0046
35°～40°C 〃	0.0295	0.0175	0.0175



第２図　硫酸デシケーター内保存中に於ける $\log W/w_1$ と時間Nとの関係

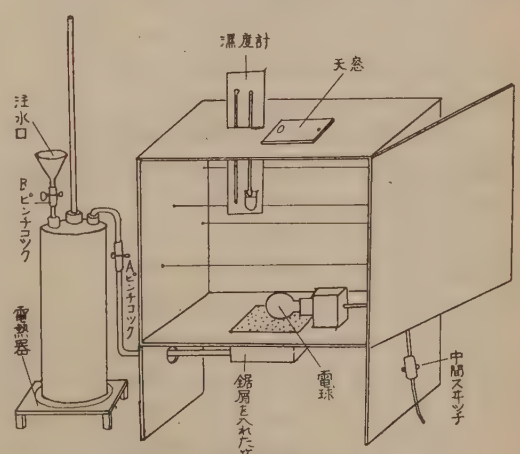
湿度，温度条件は相異したが一括して表示すれば第３表及び第４表の如くになり，これらを図示すれば第４図の如くである。

第３表及び第４表の実験結果をみるに，予備実験における硫酸デシケーター内放置実験の結果と同じく，湿度71％のものは85％のものに比し，pH の変化は少なく，且つ乾燥の進行は速かである。即ち湿度71％放置の場合も85％放置の場合も pH の変化は6～6.7の範囲内にあつたが，湿度85％に放置の場合は実験途中において湿度90％に約16時間放置されたに拘らず，36時間目に pH は 6.7 になつており，以後は乾燥過度のため pH の測定は不能であつた。この両者の場合の乾燥率λも実験条件の相異により多少変動はあるが，第５

実験条件を一定に保つことが出来た。なお実験の都合上，本装置内で密閉したまゝ試料を放置することもあつたが，この場合はその都度放置中における湿度，温度を記録し，実験結果の項に記しておいた。実験に当つては略々同一鮮度を有するスルメイカ４尾の截割せるもの（胴部のみ）を装置内に懸吊し，その１尾を以て重量変化の測定を行い，他の２尾を肉の pH 測定及び揮発性塩基窒素量の測定（Weber-Wilson法）に用い，残り１尾を外観検査用の試料とした。

（1）　比湿度85％及び71％における実験

８月18日及び９月１日に漁獲された夏イカを試料とし湿度を71％及び85％とし温度は両者とも 34°～35°Cになる如く温度，湿度を調整しながら乾燥中における肉のpH，重量の変化，揮発性塩基窒素量の変化等を測定しつゝ外観検査も併せ行つた。実験の都合上，時間範囲によつて



第３図　恒温恒湿装置

図に見る如く，乾燥の初期においては湿度71％に放置の場合はλが0.0760，85％の時は0.0280の値を示している。揮発性塩基窒素量は湿度71％に放置の場合は最初既に約 20mg％ を示し，鮮度不良のものであつたが，５時間以後においては乾燥の進行が速かであるため「ムレ」の現象は見られなくなつたので測定を中止した。なおこのものは18時間目においても「ムレ」の外観を呈さなかつた。次に湿

度85%放置の場合は，試料は最初の鮮度は良好であつて揮発性塩基窒素量が4.4mg%を示したが，これも71%放置の場合と同じく45時間目においても 20mg% 以下で遂に「ムレ」の現象は見られなかつた。

以上の実験により実際的な「スルメ」製造条件において，溫度35°Cという所謂細菌の発育適溫においても湿度85%以下では「ムレ」の現象が認められないことが判る。この実験結果は予備実験の時行つたデシケーター内湿度80%、溫度 35°～40°C放置の時の結果と矛盾する如く考えられるが，後者の場合のデシケーター内の湿度80%は生イカを入れる前の湿度であり，生イカを入れた後の湿度は実際には測定していないが，生イカよりの水分蒸発により85%以上になつていたものと考えられ，したがつて「ムレ」を生じたものと思われる。

（2） 比湿度92%及び100%における実験

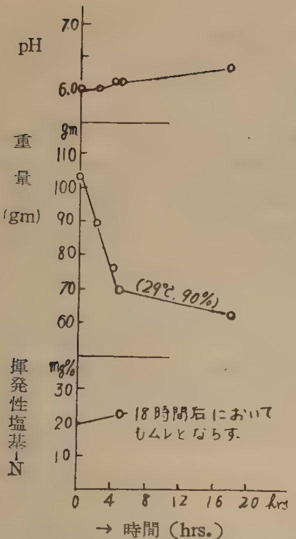
次いで比湿度 92%及び 100%の雰囲気の中に放置する実験を行つた。比湿度92%の実験に使用したイカは 8 月18日及び20日に漁獲された夏イカであつて装置内の溫度は35°C 及び 22°±1°Cとし，又 9 月30日及び10月13日に漁獲した秋イカを用いて溫度35°±1°C 及び 27°Cで実験を行つた。測定項目は前実験と同じである。比濕度 100% のものにおいては10月20日及び11月 4 日に漁獲された秋イカを使用し，30°C 及び 20°±1°Cにおいて前と同じく実験した。比濕度92%に夏イカを放置した場合におけ

第 3 表　湿度71%，溫度34°～35°C放置試験

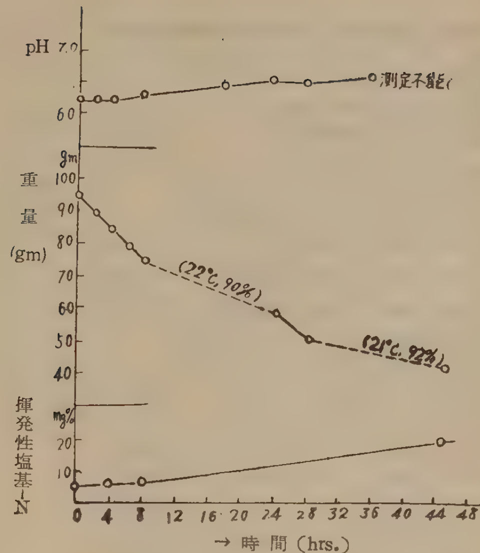
時間（hrs.）	pH	重量（gm）	揮発性塩基窒素量	外観	備考
0	6.0	103.5	19.7	異常なし	5時間目以後は実験の都合上、装置内にそのまゝ放置 放置中 90%, 29°C, 18時間目においても「ムレイカ」とならず
2	6.0	89.5	——	↓	
4	6.1	76.0	——	乾燥の進行甚だしい	
5	6.1	70.0	22.6	「ムレイカ」とはならず	
～18	6.3	63.0	——		

第 4 表　湿度85%，溫度34°～35°C放置試験

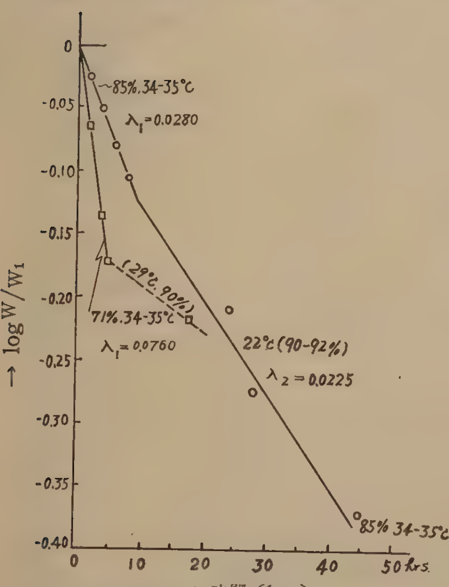
時間（hrs.）	pH	重量（gm）	揮発性塩基窒素量	外観	備考
0	6.2	94.0	4.4	異常なし	↑
2	6.2	89.0	——	〃	34°～35°C 85%
4	6.2	84.0	5.2	〃	
6	6.2	78.5	——	〃	
8	6.3	74.0	5.8	〃	↓
～18	6.5	——	——		↑ 22°C 90%
～24	6.6	58.0	——		↓
28	6.6	50.0	——	色素細胞崩壊しはじめる	↑ 34°～35°C 80%
36	6.7	——	——		↓
40	?	——	——	乾燥のため pH 測定不能	↑ 21°C 92%
45	測定不能	40.0	18.9		



第4図
(1) 71%, 34°～35°C放置試験



第4図 (2) 85%, 34°～35°C放置試験



第5図 湿度85%, 71%, 温度34°～35°Cのときの $\log W/W_1$ とNとの関係

る実験結果は第5,6表に，又秋イカを放置した場合における実験結果は第7表の如くであつて，これらを図示すると第6図及び第7図の如くである。又比濕度100%における実験結果は第8表及び第8図に示す如くである。

これらの実験結果から，先づ比濕度92%の場合における pH 及び重量の変化を第6図よりみるに pH の上昇程度は高溫となる程大きいこと及び夏イカは秋イカに比較して，より速かに pH 値がアルカリ側に移動することが認められる。これは第7図の揮発性塩基窒素量の増加と全く同傾向を示し，夏イカの方が秋イカよりも腐敗し易い性質を有することが判る。このことはイカの季節的成分の変化（主として水分量）に起因する[2]ものと思われる。而して外観上「ムレ」を生じた時は何れのイカの場合も揮発性塩基窒素量が30mg%以上となつている。

尙これら各濕度，各溫度に放置して実験したイカ試料を実験終了後濕度71～75%，25°～30°Cにて乾燥を継続し製品々質の吟味を行つたが，製品々位は何れも乾燥前の揮発性塩基窒素量が 20mg% に達しないものは品質の良好な製品が出来るが，20mg% を超えたものは製品不良となり，「ムレ」の現象を呈したものは乾燥しても明らかに「カッパ」状を示し品質が極く低下する。

第５表　湿度92%，夏イカを用いた場合

時間(hrs.)	PH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量	外観	備考
92%，35°C（８月18日）					
0	5.9	94.5	4.9		
2	6.2	93.5	——		
4	6.6	92.0	8.4	色素崩壊	
6	6.8	85.5	34		
8	7.1	79.5	45.9	「ムレ」初め，稍異臭	↑ 23°C，95%
~					
22	7.5	68.5	(102.4)	完全にムレる	↓
92%，22°C（８月20日）					
0	6.6	113.5	3.9		製品々質
2	6.6	111	——		
4	6.6	109	18.3		良好
6	6.8	107	——		稍良好
8	6.8	105	22	「ムレ」ない	稍「カッパ」気味
~					
23	7.6	97.5	140	完全にムレる	「カッパ」

第６表　湿度92%，夏イカを用いた場合

（９月７日）

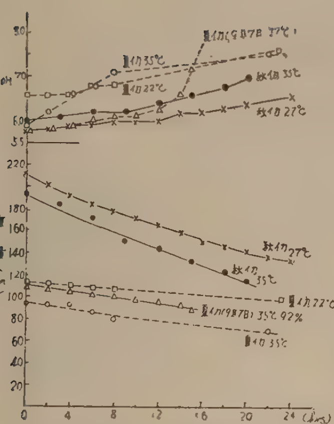
時間(hrs.)	pH	重量(gm)	外観
0	5.8	109.5	
2	5.8	108	
4	5.9	106	
6	6.0	103.5	
8	6.1	101	色素崩壊しはじめる
10	6.1	98	
12	6.3	95.5	アンモニア臭「ムレ」る
14	6.6	91.5	
15	7.2	88	

第７表　湿度92%，秋イカを用いた場合

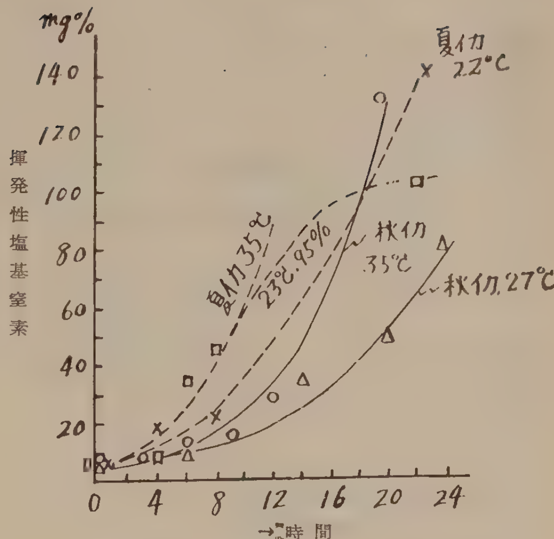
時間	pH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量	外観	製品々位
92%，温度35°C，10月13日					
0	6.0	193	5.1	異常なし，鮮度良好	良好
3	6.1	184	7.8		良好
6	6.2	171	12.9	色素細胞崩壊しはじめる	良好
9	6.2	151	15.3	異臭	稍良好
12	6.4	143.5	28.2	アンモニア臭「ムレ初め」	不良
15	6.6	132	——	完全にムレる	「カッパ」
18	6.8	121.5	——		
20	7.0	113	131.5		
92%，温度27°C，９月30日					
0	5.8	212.5	6.1	異常なし	
2	5.8	202.5	——		
4	5.9	193.0	——		
6	5.9	185.0	10.7		
8	6.0	179.0	——		
10	6.0	172.0	——		
12	6.0	166.0	——		
14	6.2	158.5	33.1	ムレ初め	
16	6.2	151.0	——		
18	6.3	146	——	完全にムレる	
20	6.4	141	48.5		
22	6.4	136	——		
24	6.6	131.5	78.9		

第８表　湿度 100%試験（秋イカ）

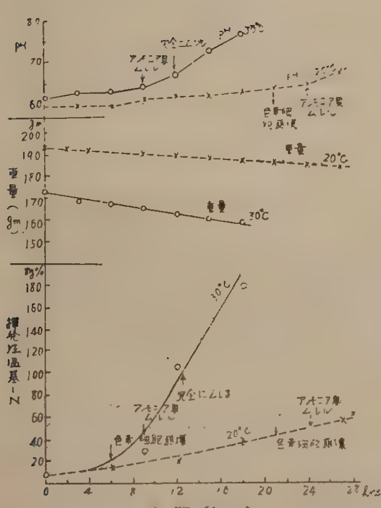
時間(hrs.)	pH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量(mg%)	外観	備考
湿度100%，温度30°C（10月20日）放置試験結果					
0	6.2	173	6.3	鮮度良好	
3	6.3	169	——		
6	6.3	167	——	色素崩壊しはじめる	
9	6.4	165	26.7	ムレ，アンモニア臭あり	
12	6.7	162	105.8	完全にムレる	
15	7.2	160	——		
18	7.6	158	177.5		
同上，温度20°C					製品々位
0	6.0	194	——		
3	6.0	194	——		
6	6.0	192	14.6		
9	6.1	191	——		
12	6.2	190	20		
15	6.2	189	——		
18	6.3	187	39.7		カッパ気味
21	6.3	186	——	色素崩壊しはじめる	↓
24	6.4	185	——	アンモニア臭ムレる	
27	6.7	184	56.2	完全にムレる	



第 6 図　92%の湿度に放置せる場合の pH及び重量変化



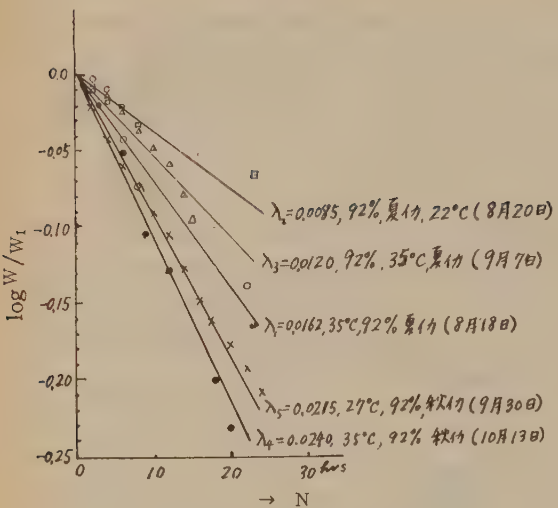
第 7 図　92%湿度に放置せる場合の 揮発性塩基窒素量の変化



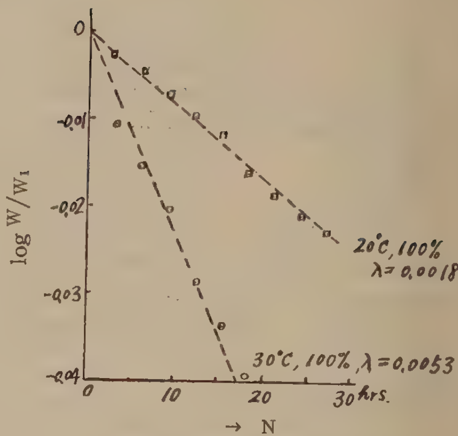
第 8 図　100%湿度に放置した場合 (秋イカ)

乾燥の進行は第 9 図に示す如く $\log W/W_1$ と時間Nとの関係は何れも直線関係があり，乾燥率λの値は同一時季の試料では高温な程大きく，又夏イカと秋イカの比較では秋イカの方が乾燥率λが大であり，速かに乾燥する性質を有すのであろう。

次に比濕度 100% の場合においては第 8 図にみる如く，30° Cの場合には揮発性塩基窒素量が30mg%以上になるに及んで完全に「ムレ」の現象を呈するに至る。又20° C放置の場合においては揮発性塩基窒素30mg%程度より「ムレ」始め，40mg% で「ムレ」の状態は進行し，50mg% になれば完全に「ムレ」の状態となつた。pH よりみると 約6.0～6.4以上に「ムレ」の現象が認められている。尚重量の減少は92%の比湿度の場合より少いが明らかに認められる。即ち比湿度 100% に放置した場合の乾燥率λは第10図に示してある如く 10^{-3} の単位にあり，92%の場合の乾燥率λの約1/5になつている。



第9図　92%湿度に於けるときの $\log W/W_1$-N直線



第10図　100湿度に於けるときの $\log W/W_1$-N直線

以上の実験結果よりみるに，湿度100%及び92%の場合には明らかに「ムレ」の現象が認められる。この現象は腐敗過程中の一種の外観的現象と見做されるものであつて，この現象の生ずる時は揮発性塩基窒素量は30mg%以上であり，pH 6.5以上であることが判る。又一旦「ムレ」を生じたものを爾後常法により乾燥して「スルメ」製品としてもそれら製品の品質は所謂「カツパ」状を呈し，不良となる。而してスルメの原料イカの鮮度限界としては揮発性塩基窒素量が20mg%以内のものでなければならない。これはカニ[3]，サバ，サンマ，ホツケ[4]等を原料として製品を製造する場合揮発性塩基窒素量で20mg%以内の鮮度のものを使用すべきであるとする著者の見解の一つに加うべきものである。

考　　察

以上の実験結果より考察するに，「スルメ」製造の際における「ムレ」の現象は乾燥初期における外囲条件の中，比湿度85%以上になる時に認められるもので，その時の原料中の揮発性塩基窒素量は30mg%以上，pH値は約6.5以上となる。従来イカの「ムレ」の現象は主として赤変化した原料を云い，外観により判定されていたが，著者等はこれを科学的に「ムレ」は揮発性塩基窒素量が30mg%以上pH値が6.5以上であつて，且つ表皮色素細胞の大部分が崩壊して外観上赤色を呈するもの」と定義したい。

こゝで実際的に問題となるのはかゝる「ムレ」の現象が比湿度幾%の時に何時間で生ずるかということである。出来得れば湿度試験において比湿度を更に小区分して行うことが望ましいことであるが実験操作上1～2%の比湿度間隔を以て調節することは不可能であつた。

スルメの主産地函館附近のスルメ製造期間中における気温，比湿度の平均，最高，最低は第9表の如くである[5]。

こゝで低湿度の時は「ムレ」を生ぜず乾燥が進行するので，乾燥速度が僅少か，乾燥の進まない比湿度92%及び100%における実験結果を基にして湿度と「スルメ」の原料イカの鮮度限界に達するに

第9表　函館地方における気温，比湿度　(10年間)

月		6	7	8	9	10	11	12
気温(°C)	平均	14.9	19.6	21.9	17.2	11.1	4.6	-1.9
	最高	18.8	23.3	26.0	22.0	16.2	8.9	1.3
	最低	11.3	16.6	18.7	13.2	6.6	0.4	-3.5
比湿度(%)	平均	85.0	87.8	86.7	82.2	77.7	72.8	77.6
	最高	100	100	100	100	98.2	98.0	——
	最低(1952)	60	61	59	45	41	38	——

(註)　降雨の日は比湿度90〜98.2%である。

上記各実験結果を次の一分子自己触媒反応式(2)により揮発性塩基窒素量の生成速度恒数kを算出してみると第10表に示す如くなる。

$$\log y/_{A-y} = kt + C \cdots\cdots(2)$$

但し(2)式中yはt時間後における揮発性塩基窒素の増加量，Aは揮発性塩基窒素量の最大生成量，k，Cは恒数とする。第10表において同じ秋イカにおいては湿度の高い100%の方が92%よりkの値が大きい。又各種試料については高温の方がkの値が大きい。

第10表　各種条件下における揮発性塩基窒素量生成速度恒数(k)

種類	比湿度(%)	温度(°C)	$K = k \times 10^{-3}$	温度係数Q_{10}及び温度恒数B
秋イカ	100	30	168	$\theta_{10}=2.2$
	100	20	76.5	B=13,900
秋イカ	92	35	151	$\theta_{10}=1.6$
	92	27	103	B=8,900
夏イカ	92	35	331	$\theta_{10}=1.9$
	92	22	162	B=11,200

要する時間の関係について考察しよう。

前記の如く比湿度92%の場合においては秋イカは35°Cの方が27°Cの場合よりも，又夏イカは35°Cの方が22°Cの場合よりも速かに揮発性塩基窒素量が生成されたがこれは腐敗速度が高温なる程大きいことを示すわけであつて，今木保[6]氏に倣い尚温度係数(Q_{10})をArrheniusの式(3),(4),(5)から求めると[7]，夫々秋イカ比湿度100%放置の場合は2.2，92%放置の場合は1.6となり，高温度の方がQ_{10}の値も大きい。又比湿度92%の夏イカでは1.9となり，夏イカの方が秋イカよりも同じ温度範囲内では腐敗の程度が大きいことが判る。

$$\log Q_{10} = \frac{B}{R} \log e \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T+10}\right) \cdots\cdots(3)$$

$$B = \frac{a}{\log e} R \cdots\cdots(4) \qquad \log k = -a \cdot \frac{1}{T} \cdots\cdots(5)$$

但し(3),(4)式中Bは温度恒数，Rはガス恒数，aは(5)式より$\log k$と$\frac{1}{T}$との直線関係より得られる常数である。

スルメ製造の際におけるイカ原料の鮮度を揮発性塩基窒素量にして20mg%とすべきであることは前述の如くであるが，魚介生鮮原料の放置温度θ°Cと上記の揮発性塩基窒素20mg%に達する鮮度限界到達時間t_θとの関係は(6)式で表わされ，又Q_{10}の値は理論的には(7)式で表わされる[3,8]。

$$\log t_{\theta_i} = A - B_{\theta_i} \cdots\cdots(6)$$

$$\log \frac{t_{\theta_1}}{t_{\theta_2}} = (\theta_2 - \theta_1) \log Q_{10} \cdots\cdots(7)$$

(6)式中θ_iは放置温度，t_{θ_i}は夫々θ_i°Cに放置した時の鮮度限界到達時間(hrs.)，A,Bは常数。

こゝで前掲の第7,8図に示す曲線より各温度θにおける$t_{20\theta}$(hrs.)即ち鮮度限界の揮発性塩基窒素量が20mg%に達する時間を求めてみると第11表の如くになる。

これらのθ_1又はθ_2に対する各$t_{20\theta}$の値と第10表に示したQ_{10}の値を採用して(7)式によつてθ_iとt_{θ_i}との関係を求める。

第11表　各湿度に生イカを放置せる時の鮮度限界到達時間($t_{20\theta}$)

種　類	比湿度(%)	温度(°C)	$t_{20\theta}$ (hrs.)
秋イカ	100	30	5.7
	100	20	9.8
秋イカ	92	35	9.7
	92	27	12
夏イカ	92	35	4.7
	92	22	8.1

例えば，比湿度100%の場合においては $\theta_1=30°C$, $t_{\theta_1}=5.7$(hrs). $Q_{10}=2.2$とすれば

$$\log t_{\theta_1}=1.78-0.03424\,\theta_1 \cdots\cdots (\mathrm{I})$$

又 $\theta_1=20°C$, $t_{\theta_1}=9.8$(hrs), $Q_{10}=2.2$とすれば

$$\log t_{\theta_1}=1.68-0.03424\,\theta_1 \cdots\cdots (\mathrm{II})$$

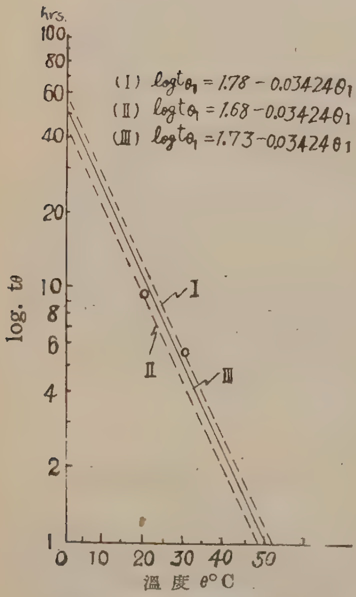
となる。こゝで両者の平均をとると

$$\log t_{\theta_1}=1.73-0.03424\,\theta_1 \cdots\cdots (\mathrm{III})$$

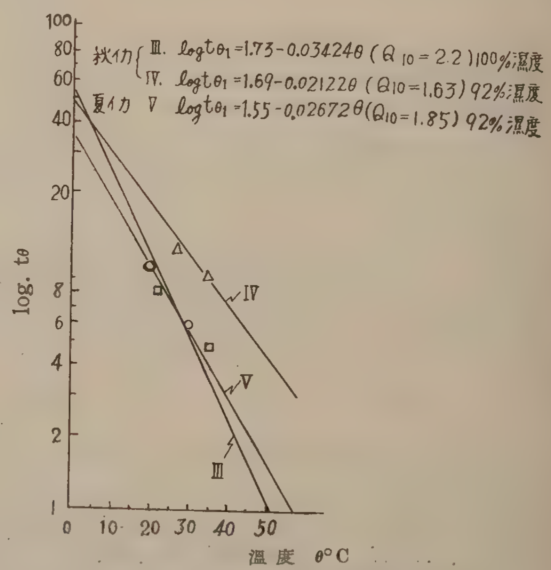
となり，これらの関係を図示すると，第11図の夫々(Ⅰ),(Ⅱ),(Ⅲ)直線で表わされる。同様に比湿度92%放置の秋イカ及び夏イカについて検討すると

秋イカについては　$\log t_{\theta_1}=1.69-0.02122\,\theta_1 \cdots\cdots (\mathrm{IV})$

夏イカについては　$\log t_{\theta_1}=1.55-0.02672\,\theta_1 \cdots\cdots (\mathrm{V})$



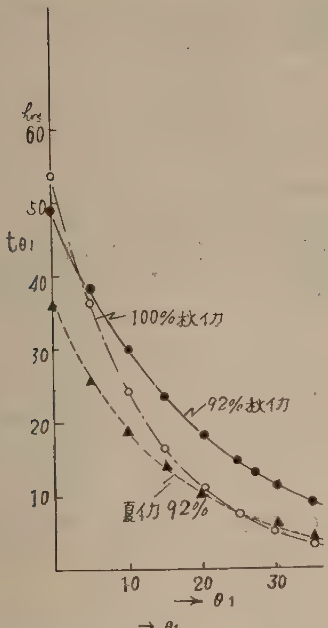
第11図　100%湿度試験のとき の $\log t_{20\theta}$ と $\theta°C$ との関係



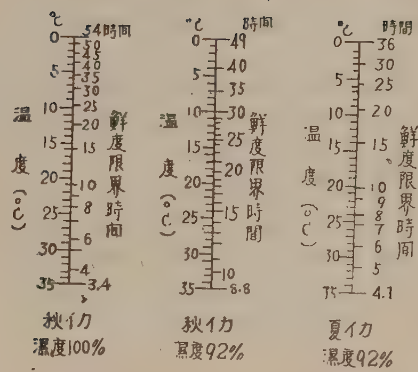
第12図　100%及び92%湿度のときの $\log t_{20\theta}$ と $\theta°C$ との関係

となり，第12図の(Ⅳ)及び(Ⅴ)直線で表わされる，即ちこれらの関係をグラフに描くと第13図の如き $t_\theta-\theta$ 曲線が得られる。又これを区数尺で示せば第14図の如くになる。

第14図を利用することにより，一般業者はスルメ製造の際における乾場の外囲温度及び湿度を測定しつゝ，天候が雨模様となり，比湿度90%又は98〜100%の如き高湿度になつた時には原料を何時間以内に処理しなければならないか，時によつて人工乾燥を行わねばならないということも知ることが出来る。殊に秋イカよりも夏イカの場合は処理を急速に行わなければ「ムレ」る心配が大であることが判り，処理能力乾燥手順を予め考えておかなければならない。



第13図　スルメイカ乾燥時に於ける湿度と鮮度限界に至る時間との関係



第14図　湿度92%，及び100%に放置した場合の温度と鮮度限界時間との関係

摘　　　要

「スルメ」製造中における「ムレ」の現象について，スルメイカを用いて種々の温度，湿度条件で実験を行い，次の如き結果を得た。

1)　「ムレ」の現象は比湿度85%以下においては起らない。

2)　比湿度85%以上の時には「ムレ」を生じ，肉の揮発性塩基窒素量が30～35mg%，pH 6.5以上となる。

3)　「ムレ」の現象は腐敗過程中に認められる外観的の現象と見做され，著者等はこの現象を科学的に云つて肉質の pH 値が6.5以上で，揮発性塩基窒素量は30mg%以上となり，表皮の色素細胞は崩壊し，肉表面が赤変状態になつたものと定義した。

4)　尚比湿度85%以上では同一湿度においては高温度になる程，又同一温度（85%以上において）では高湿度になる程速かに「ムレ」の現象を呈する。

5)　夏イカと秋イカとでは腐敗速度及び温度係数 Q_{10} の値が異り，夏イカの方が腐敗し易い性質を示す。したがつて「ムレ」の現象は夏イカの方が秋イカよりも速かに起る。

6)　一旦「ムレ」の現象を呈した原料をその後そのまゝ乾燥してスルメとしても，所謂「カツパ」と称し，表面が赤色化した光沢あり且つ硬く脆い肉質の「スルメ」となり，一見「ムレ」たものを原料としたことが判明する。

7)　それ故スルメの良製品を製造するための鮮度限界としては20mg%の揮発性塩基窒素量を示す迄の原料を用いるべきである。

8) 斯かる観点より秋イカの場合について湿度100％及び92％，夏イカについては92％湿度の場合における原料放置温度（乾燥温度）と鮮度限界に達する迄の時間との関係を求め，これを数式化すると共に区数尺を以て表した。

文　献

(1) 谷川，秋場（1951）：水産乾燥食品，79頁；藤原，津田，安井（1913）：水講報告，第8巻，第8号，321頁

(2) 北水試函館支場，加工科（1951）：北水試月報，第8巻，第5号（第659号）1頁

(3) 谷川外（1953）：北大水産彙報，第4巻，第1号，22頁

(4) 谷川外（1953）：未発表

(5) 函館海洋気象台調査

(6) KIMATA (1941) : J. Imp. Fish. Inst., Vol. 34, No. 2, p. 116

(7) 大谷（1928）：水産学会報，第5巻，第1号，1頁

(8) 金子（1952）：罐詰時報，第31巻，第7号，78頁

（水産科学研究所業績 第204号）

イカの人工乾燥に関する研究

福田雅明・石田正巳
（漁法物理教室）　（航海計器教室）

STUDY FOR ARTIFICIAL DRYING OF SQUIDS

Masaaki FUKUDA and Masami ISHIDA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Tests were made of an artificial rapid-drying method by infra-red light for preparing squids (*Ommastrephes sloani pacificus*, "Surume-ika" in Japanese) for storage as food. The fresh squids, after removal of their internal organs and cutting off the arms, are suspended in a wind-tunnel equipped with six infra-red light lamps inside (fig. 2), and are exposed to heated air.

The temperatue and humidity are automatically regulated by special equipment to keep constant conditions.

The experiments with different materials, some fresh, others frozen, were repeated under various conditions in temperatures, humidities and voltages of infra red light lamps.

The results of experiments showed that when the water content ratio of squid fresh (water content at measured time to initial water centent) remained above 40%, the drying coefficient was much higher in the infra-red light drying than in natural drying outdoors.

However, when the above ratio was less than 40%, the drying coefficient in the infra-red light drying decreased abruptly compared with natural drying.

The same tendency was also observed when the samples, which had dried outdoors for several hours before experiments, were used. An optimum voltage (ca. 240 watts) of infra-red light for maximum efficiency of drying was gained at above 40% water content ratio of samples. On frozen samples the higher drying coefficient was obtained by the infra-red light method.

緒　　　言

するめいかは現在ほとんど戸外の自然乾燥によつて作られてゐる。これは，いかの含む水分の蒸気圧と，大気中の蒸気圧との圧力勾配により，体内の水分が空中に拡散して行く事を利用したものである。その際に奪われる潜熱は，太陽の輻射熱とか，伝導により大気から供給される熱などによつて補われる。それで，自然乾燥は充分な土地と，高温低湿の気候で太陽輻射が大きくそして適当な風がある場合は無限のエネルギーを利用して最も能率的で生産コストの安いするめを生産する事が出来る，然し，多湿の夏期，低温の冬期に於て，過剰の漁獲があつた場合，前者では腐敗の恐れがあり，後者では能率及び品質の低下が起る。又雨による被害も考えられる。そこで人工的に此等の防止を行い，

又品質の改良を目的とした人工乾燥が必要となつて来る。

いか及び魚体の乾燥については，既に数多くの研究がなされてゐる。然し，其れ等の人工乾燥を目的とした研究は二，三(1)(2),3) あるだけで極めて少ない。それで筆者等は，井上直一教授の指導の下に魚類一般の人工乾燥を目的とした風洞式赤外線乾燥装置を作り，二，三の基礎的研究を行つた。

実 験 装 置

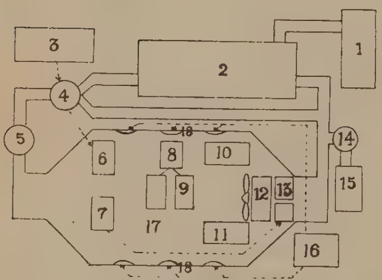


Fig. 1. Schematic diagram of apparatus

1. Refrigerator 2. Chilling room
3. Humidity regulating relay
4. Humidity regulating valve
5. Fan 6. Regulating hygrometer
7. Thermo-regulator 8. Weight recorder
9. Samples 10. Thermo-recorder
11. Humidity recorder 12. Mixing-fan
13. Heater 14. Steam-valve 15. Boiler
16. Transformer 17. Drying room
18. Infra-red light lamp

Fig. 1 に実験装置を示す。乾燥室17. は赤外線反射用磨きアルミニウム板張りで直径 5 m，長さ1.5m，の円筒状のものである。室内温度の外気による変動を防ぐために，周りを石綿で絶縁し，さらにおがくづでそれを囲つてある。室内には250W マツダ赤外線ランプ18. 6個が両側に3個づつ並びその出力は外にある変圧器16. によつて自由に加減出来る。室内の温度及び湿度は中に入れられた一週間捲きの自記温度計10.及び自記湿度計11.によつて記録する。室内は上方にある小さなガラス窓を通して観察する事が出来る。バイメタル式温度調節器7. を500Wヒーターに結ぶ事によつて，室内の温度を自動的に調整させる。又小型扇風器12. を風洞の入口の所に着けて室内の空気が均一の温度湿度になる様に暖められた空気を攪拌させる。大型送風器5.によつて乾燥室—湿度調整室の回路に空気を循還させる。資料9.の所を通る風速は約 $1.5\,{}^{m}/_{sec}$ である。乾燥室内に毛髪湿度計式継電器6.を入れ，それによつて湿度調整用リレーを働かせ，湿度調整用空気分流弁4.を動かして冷却脱湿室を通過する空気の量を加減し自動的に湿度の調整を行うようにしてある。

冷却された空気はヒーター13. により加熱されて再び乾燥室に入る。又湿度が低過ぎる場合は，ボイラー15. によつて水蒸気を混入させる。資料は乾燥室の上部にある自記重量計8.から下げた針金に吊し資料の重量変化を自記させた。

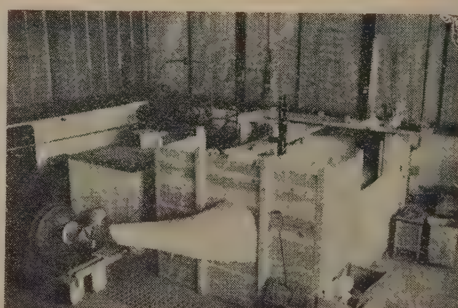


Fig. 2. Photograph of apparatus

実 験 結 果

実験は昭和27年11月より12月にかけて行つた。

実験に用いたいかは，恵山沖で採れたものを其の日の午前中に入手して，胴を開き内臓と足とを除いて針金で肉を拡げた状態にし，3個同時に吊した。

実験は第1表に示す条件に従つて行つた。

資料の始めの重量をW_0，含水量をw_0 t時間後の重量をW，同じく含水量をw，とする。

乾燥の時間を非常に長くすると，此の実験の条件の範囲では W/w_0の値が皆大体0.22になつた。即ち，始めの重量の約22％迄水分が蒸発した時いかの中に含まれる水の蒸気圧と大気の蒸気圧とが平衡になるものと思われる。それで今これからの問題を取扱うのに，自由に蒸発出来る水分は最初のいかの全重量の78％であると仮定する。これにより含水率ρを次式の様に定義して此の実験を考察する。

$$\rho=\frac{w}{w_0}\times 100 \quad w_0=0.78W_0$$

$$w=W-0.22W_0$$

$$\therefore \rho=\frac{W-0.22W_0}{0.78W}\times 100$$

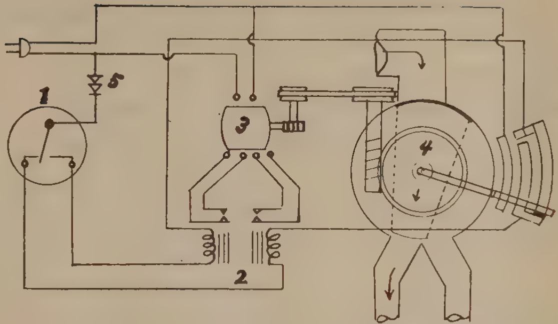


Fig. 3. Schematic diagram of humidity regulating mechanism

1. Hygrometer 2. Relay 3. Motor 4. Valve 5. Selenium-rectifier

Table 1. Conditions of The Drying

Sample	Temperature	Humidity	Notice
No. 1	14±2°C	70±5%	Natural drying
2	30±0.5°	30±1	Drying by heated air
3	35±0.5°	15±1	〃
4	40±0.5°	10±1	〃
5	25±1.5°	30±3	Drying by infra-red radiation
6	30±1.5°	18±3	〃
7	37±1.5°	15±2	〃
8	45±1.5°	10±1	〃
9	24±1.5°	20±3	〃 (frozen sample)

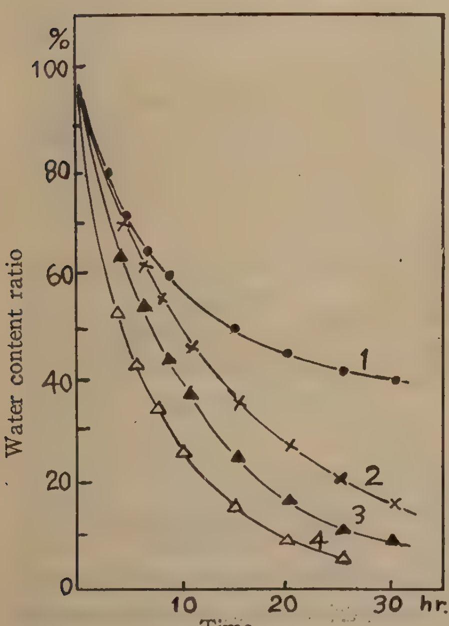


Fig. 4. ρ-t curve

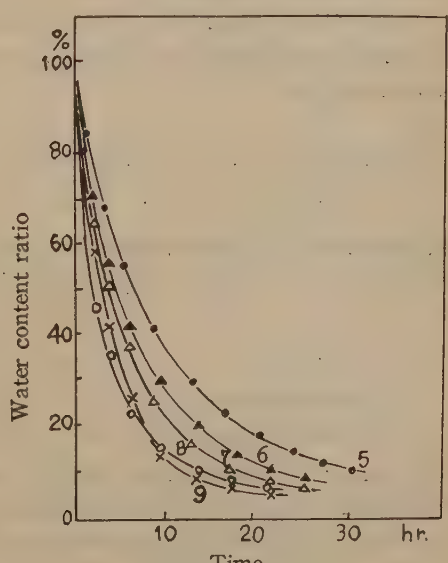


Fig. 5. ρ-t curve

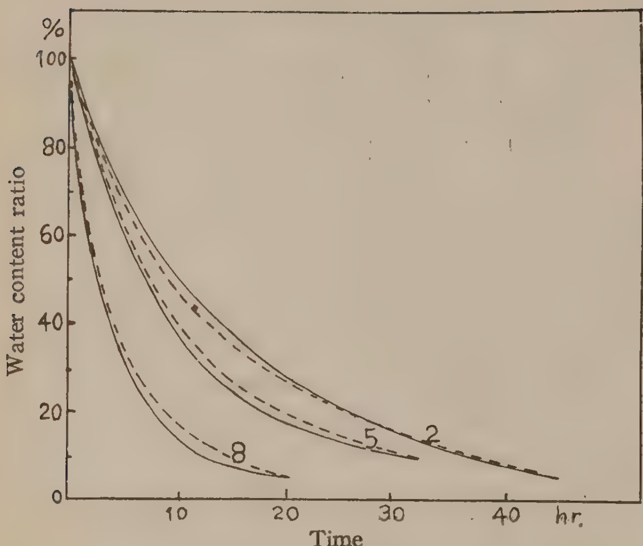


Fig. 6. ρ-t curve

実験結果から ρ と時間の関係を示すと Fig. 4, Fig. 5 の様になる。Fig. 4 は自然乾燥のもの及び，乾燥装置を用いて赤外線を働かさず一定溫度一定湿度の下で乾燥を行つたものである。Fig. 5 は赤外線乾燥を行つたもの及び，冷凍いかを赤外線乾燥させたものとである。

a) 一般に単位時間内に魚肉内水分の移動は水分密度の勾配に比例し，表面よりの蒸発は蒸気圧降差に比例するものと考へると，乾燥曲線は第一次近似を取つて次式で表はされる[4]。

$$\rho = \rho_0 e^{-\lambda t} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

ρ_0 ; 最初の含水率

λ ; 乾燥率

此の式に代表的 3 つの実験例，No. 2 No. 5 No. 8 を当嵌めて見ると，Fig. 6 の様になる。但し λ の値は乾燥の前半の値をとつた。実線の実験値，点線は理論曲線である。

これを見ると乾燥が進むにつれて理論値より乾燥が遅れた状態になる。

b) 乾燥率は (1)式より次の如く表はされる。

$$\lambda = -\frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{dt} \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

時間が短かければ，乾燥率はその間ほとんど変化しないので，上式は近似的には次の様に書き直す事が出来る。

$$\lambda = -\frac{1}{\rho}\frac{\triangle\rho}{\triangle t}$$

$\triangle t$; 時間の微少変化量

$\triangle\rho$; $\triangle t$時間変化した時のρの変化量

此の式を用いて，実験結果より各含水率に対する乾燥率の曲線を作ると，Fig. 7 Fig. 8 の様になる。

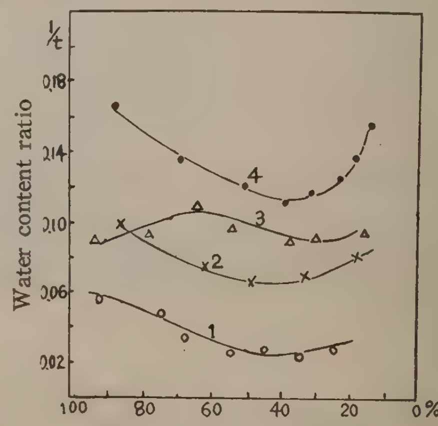


Fig. 7. Drying coefficient

乾燥率は，(1)式では時間及び含水率に対して常数であると考えたが，此の結果より見れば乾燥の進むにつれて皆それぞれ相当に変化してゐる。特に，赤外線乾燥を行つたものは含水率30%〜40%以下になると，急激に減少して行く。冷凍いかの場合は其の性質が特に甚しい。乾燥率の急激な減少の

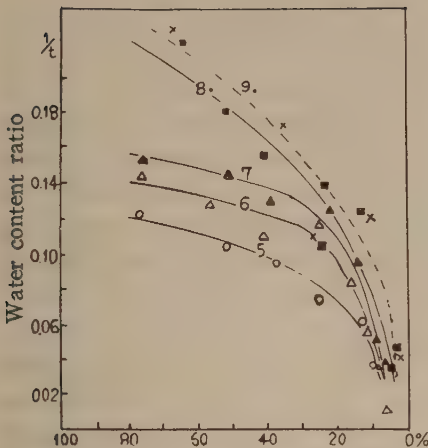


Fig. 8. Drying coefficient

原因については，肉質の微細構造を調べなければはつきりした結論は下せない。然し，色々異つた乾燥条件のものを比較して見て，赤外線を用いない時の乾燥率は乾燥が進んでもさほどの激しい変化はなく，高温低湿の乾燥では乾燥の始めから終りまで高い乾燥率を示すが，赤外乾燥では含水率30%～40%から急激に減少し最後には一様に0に近ずく。又冷凍により内部組織に特異の変化が起きたと思われる冷凍いかは，この様な性質が特に著しい。要するに赤外線を照射することによつて肉組織の変化が起ることが有力な原因をなすのでないかと考へられる。赤外線を用いない方は緩慢な乾燥であるからその様な変化を生じなかつたものと思われる。

c） No. 5 から No. 9迄の資料についていかの含水率が 60%，40%，20%になる迄の時間を第2表に示す。

Table 2. Drying time

Sample	Water content ratio 60%	50	40	20	Initial weight	Voltage to the lamp
No. 5	48hr	64	90	180	330 gr	25 volt
9	35	48	54	130	329	30
7	28	38	51	108	322	35
8	23	30	40	70	2345	40
9	20	27	37	74	271	30

今赤外線ランプを用いた時の乾燥の効率を考えて見る。

乾燥に用いた赤外線ランプはマツダ250W赤外線ランプである此のランプの電圧を変化した時の電力(入力)Wと放射束（出力）ϕとの関係を100分率で表はしたのがFig. 9である[5]。

乾燥の効率は次式で表わされる。

$$\eta=\frac{Q}{\alpha\phi t}$$

Q；いかの水分が蒸発するのに必要な潜熱。

$$Q=l(W_0-W)$$

l；水の蒸発熱。

α；ランプの数，熱の仕事量，ランプ自身の効率，資料の受光角等により決まる常数。

ϕ；放射エネルギー

此の式を利用して求めた比効率を各含水率毎にランプにかけた電圧に対して図示すると， Fig.10 の如くなる。こゝに比効率と云うのは，25ボルトの電圧を使用し，含水率が60%迄になる効率のものを効率100として，他は皆これとの比較値として表はしたものである。

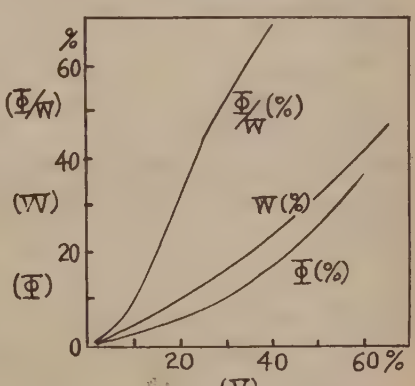


Fig. 9. Characteristic curve of infra-red light lamp
W : Wattage of lamp
ϕ : Radiated energy
V : Voltage of lamp

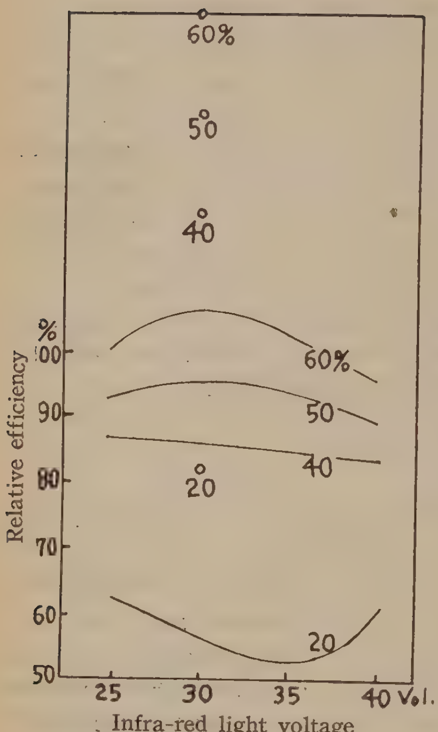


Fig.10. Efficiency of infra-red light drying

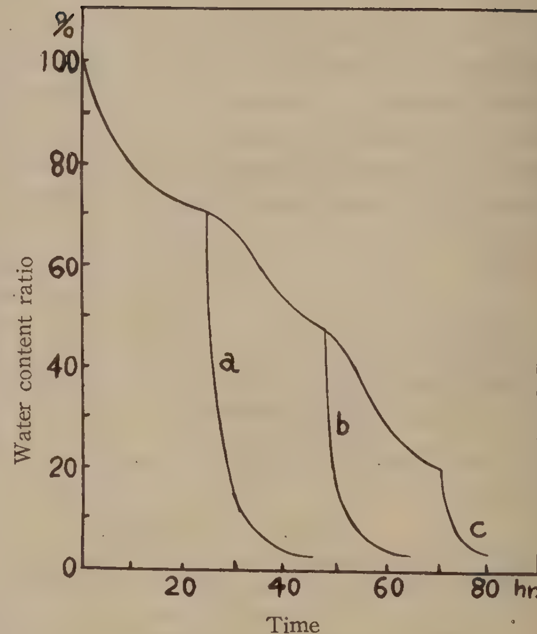


Fig. 11. ρ-t curve

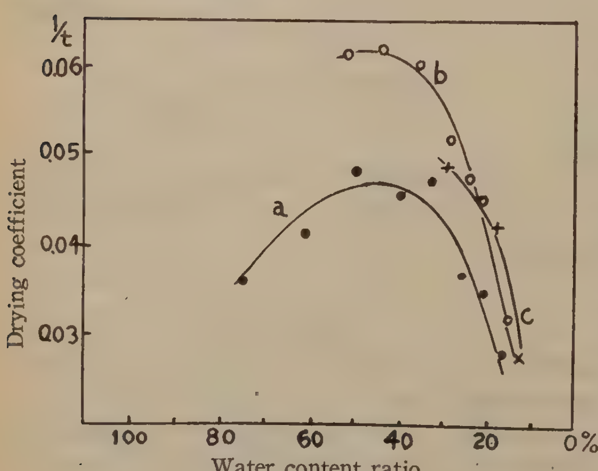


Fig. 12. Drying coefficient

冷凍いかを30ボルトの電圧で乾燥した時の比効率は○印で示してある。冷凍いかの効率は生いかに比べて非常に大である。

又此等の曲線を見ると，含水率が40%に達する迄は乾燥能率の最も良い消費電力があり，それ以上乾燥させる場合は乾燥の実用範囲（いかの肉が変質を起さない程度の溫度範囲）ではその様な点が無い事がわかつた。含水率30～40%を境にして乾燥の性質が変る事情は，前にも述べた如く肉組織の変化の様子を仔細に観察出来ればその原因がわかるものと思われる。

実際の赤外線乾燥に於いて最も効率の良い消費電力を見付ける事は重要で

ある。今迄は相対的な効率を論じて来たので，資料の数や装置の構造で効率の最大点は変化するものと思う。此の実験に於いてはランプの消費電力 240W の時が最大効率であつた。

a） 次にいかの資料を戸外で自然乾燥させ，半ば乾燥したものを赤外線で乾燥して見た。その時の乾燥時間と含水率の関係を Fig.11に示す。

此れより乾燥率を求め，含水率に対するグラフを作るとFig.12の様になる。此れを見ると乾燥の初期はFig. 8 と形が似てゐる，自然乾燥により緩慢な乾燥が行われ，内部組織の変化がほとんど無いまま含水率が少なくなつてゐるものを，赤外線で急激な乾燥させると一時（30～40%迄）乾燥率の値が上り始める，然し（30～40%）に到達すると内部組織に変化を生じて始めから赤外線乾燥をしたものと同様に急激に減少する。

総　括

人工乾燥（主に赤外線乾燥）に必要な色々の基礎資料を得る目的で実験を行つた。

いかの乾燥は極めて複雑な性質を示してゐるもので均一な物質に於ける単純な拡散蒸発の理論をそのまゝ適用する事は困難である。特に肉質の微細な変化がその主な原因の様である。此の実験ではそこまで立ち入らずにたゞ実用的な立場で調べて見た。

その結果は大体次の如くである。

1） 赤外線乾燥を行うと，普通の通風による場合より高い乾燥率を示す。然し含水率が30～40%になると急激に乾燥率が減少し，乾燥の末期では殆んど乾燥率が 0 になる。

戸外に於ける自然乾燥又は風洞内の乾燥では乾燥の末期に至つてもその乾燥率は始めと大して変らない。

2） 赤外線乾燥では含水率が40%になる迄は効率（水分の蒸発エネルギーと資料に与える輻射熱量の比）を最大にする適当な電力が決められる。即ちそれ以上電力を大きくしても乾燥の効率はかえつて低下する。

3） 始め戸外で自然乾燥を行い，半ば乾燥したいかを赤外線を使用して乾燥させると，乾燥は最初自然乾燥と同じ程度の乾燥率を示し，その後次第に増加するが含水率30～40%からは赤外線乾燥特有の傾向である乾燥率の急激な減少が現われ最後は殆んど 0 になる。

4） 冷凍いかを赤外線乾燥すると乾燥率は生いかより大である。

以上の事より，赤外線乾燥を行う場合は，乾燥速度の上からは含水率40%迄は効果があるがそれ以上は不利である事がわかつた。

此の研究を行うにあたり，終始御懇篤な御指導と御鞭撻を賜つた，本学部教授井上直一先生に，また実験を手伝つて頂いた久保田，斎藤の両君に深甚なる感謝の意を表する次第である。なを本研究は函館市の研究委託によつて行つたものである。

文　　献

1） 新田直雄・杉本仁弥・中井俊介：日本水産学会誌　16，10（1951），8.

2） 新田直雄・杉本仁弥：日本水産学会誌　17，4（1951），31.

3） 石田正己・山田　実：北海道大学水産学部研究彙報　1，2（1951）.

4） 岡田光世・井上直一：乾燥の物理（厚生閣）p. 18.

5） 赤外線技術（電気書院）p. 28.

（水産科学研究所 第205号）

漁網染料の効力（第5報）

川崎毅一・西山作蔵・中村秀男
（漁業学教室）

ON THE EFFICACY OF NET PRESERVATIVES (5)

Giichi KAWASAKI, Sakuzo NISHIYAMA and Hideo NAKAMURA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

This paper was written for the purpose of making clear the preserving efficacy of the new net preservative "AMIRONG" against the weakening of cottontwine in the sea.

It was learned that the efficacy of dye-stuffs "AMIRONG" is pretty good during an entire high-temperature season.

It was not possible to measure the dye-stuffs No. 1—2 owing to the outflow.

The preserving efficacy of each dye-stuff is indicated in Table 2.

The new net preservative "AMIRONG" is very good and dye-stuff No. 3 is better than No. 4.

Studies on the efficacy of dye-stuffs were made according to MURAYAMA and KAWASAKI's formula: $T = T_{\theta e} - k(t - t_0)$

1. 緒　言

さきに新しく漁網染料として試作された「アミロング」第1～4号に関してその効力試験の委託を受け，予てより種々の実験を進めて来た。

本報はその一部主として浸漬試験の結果について述べる。

亦従来白煮日乾後染付せるものの効果については等しく認められる所であるが，白煮後の日乾が油性系染料に対し如何程の影響を及ぼすものであるかについても検討して見た。

尚委託試験品との比較検討のため既往に於ける主な漁網染料も供試材料として併せて実施した。

実験中時化のため浸漬枠が流失され委託試験品第1号及び第2号の測定はなし得なかつた，誠に遺憾である。

本実験に当り終始御協力下さつた森町字尾白内西川漁場の諸氏に対し厚く感謝の意を表する。

2. 材料及び方法

新製品の染付及びその取扱ひに関しては総てその処法の指示する所に従ひ，既往に於けるものは前回同様の手順とした。

亦測定は大西製重錘式試験機を使用し，数値は村山及び川崎の実験式に準拠し処理した。

（イ） 供試綿糸　20番手10号綿糸

(ロ) 供試染料

A. 素糸(白煮)
B. 日東漁網染料
C. 三洋式漁網染料
D. コールタール
E. 「カッチ」+「コールタール」
F. アミロング第3号
G. アミロング第4号A
H. アミロング第4号B

註 委托試験品中符号 A.B とあるは次の如く区別する。

A. 綿糸の白煮後日乾して染付したるもの

B. 綿糸の白煮後日乾せず直ちに染付したるもの

(ハ) 浸漬地及び期間

茅部郡森町字尾白内沖合

自昭和28年8月10日 至昭和28年11月24日

3. 試 験 結 果

漬漬試験結果は第1表に示す。之に依り腐朽曲線を劃けば第1図の如くになる。

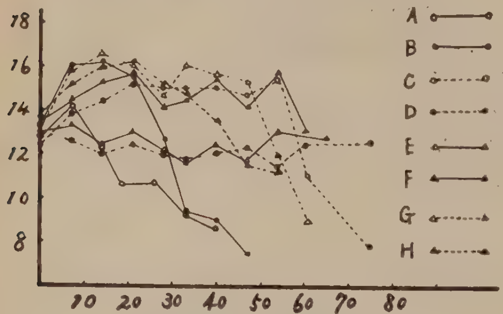
Talle 1 Experimental result

Date	A		B		C		D		Temp. of Sea water
	S	E	S	E	S	E	S	E	
Sept 10	12.68	14.92	13.28	14.53	12.32	14.23	12.80	15.83	
17	14.34	18.26	16.05	15.61	13.79	18.39	12.38	19.48	19.1C
24	12.39	16.77	16.22	19.39	14.42	16.91	11.81	20.20	18.2
Oct 1	10.78	14.39	15.51	14.59	15.28	13.27	12.37	18.41	18.0
8	10.01	12.37	12.21	12.42	15.16	14.17	11.07	16.46	16.1
13	9.44	10.55	9.17	12.74	15.16	16.21	10.61	16.59	16.2
20	8.86	10.16	9.02	12.83	15.05	16.72	11.29	20.67	15.2
27	6.34	10.04	7.34	10.45	14.60	14.92	10.01	17.80	15.4
Nov 3			6.48	9.53	15.47	14.43	13.14	19.07	13.8
10			4.10	8.72	10.72	13.72	12.61	14.92	10.3
24			1.71	3.64	7.68	9.34			

Date	E		F		G		H		Temp. of Sea water
	S	E	S	E	S	E	S	E	
Sept 10	13.31	16.68	12.41	14.57	12.70	12.23	13.58	12.77	
17	13.33	20.82	14.48	16.50	15.92	16.88	15.38	19.04	19.1C
24	12.30	18.36	15.13	15.90	16.89	16.07	16.13	16.01	18.2
Oct 1	13.04	16.80	15.60	13.82	15.69	12.63	16.05	15.12	18.0
8	12.44	11.00	13.86	15.44	14.04	14.87	14.49	17.93	16.1
13	11.61	19.48	14.29	15.03	16.25	17.25	14.43	16.96	16.2
20	12.32	21.21	15.35	15.44	15.54	15.50	13.48	14.66	15.2
27	11.26	16.75	14.09	15.52	15.25	13.63	11.54	13.15	15.4
Nov 3	13.93	15.05	16.13	14.42	15.76	15.11	11.19	10.67	13.8
10	12.54	13.76	12.31	14.00	8.86	12.18	4.60	8.34	10.3
24					3.67	8.00	1.30	3.70	

S : Stress of tension (kg) ; E : Elongation (Cm)

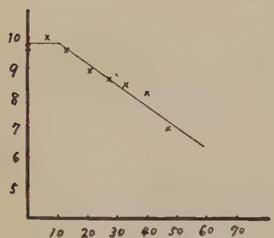
之等に依つて供試染料の防腐効果の優劣は大体推察し得るが，更に比較結果を明瞭ならしむるために前述の実験式に依り各供試染料の未腐朽期間及び腐朽係数を求めた。之を図示すれば第２～第９図となり表示すれば第２表の如くになる。

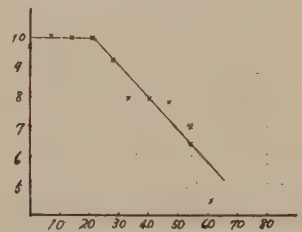


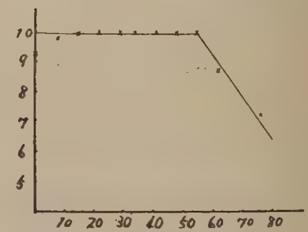
Eig. 1 Rot curve

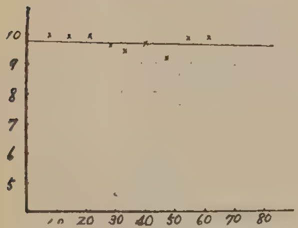
Table 2. Efficacy of Preserving

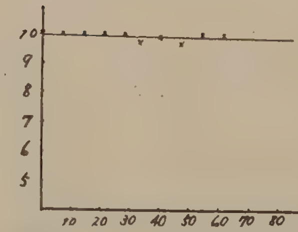
Efficacy / Dye-stuffs	t_0	k	T_0
A	10 days	0.013	13.51
B	21	0.029	14.65
C	54	0.033	14.58
D	—	——	11.81
E	—	——	12.61
F	54	0.023	14.36
G	41	0.043	15.28
H	35	0.018	14.79

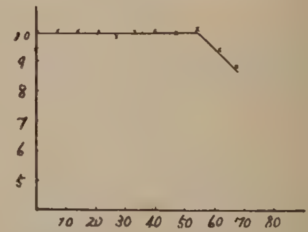

Eig. 2 素糸(白煮)

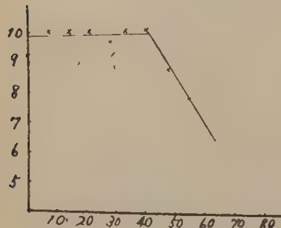

Eig. 3 日東漁網染料

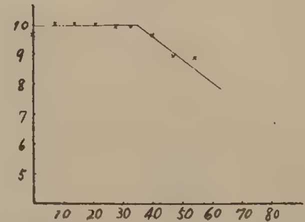

Eig. 4 三洋式漁網染料


Eig. 5 コールタール


Eig. 6 カッチ＋コールタール


Eig. 7 アミロング第３号


Eig. 8 アミロング第４号A


Eig. 9 アミロング第４号B

4. 摘　　要

(1) 供試各染料について t_0, k 及び T_0 を求むれば第2表の如くになる。

(2) 漁網染料の効力は高水温時に於て優秀であることが必要である。今回の試験期間は概して高水温時に当り腐朽の度合も可成急激なることが予想されたが，試験品の悉くは此の間に於て充分実用的であることが証明された，

(3) 委托試験品中アミロング第1～第2号は実験中流失のために測定することが出来なかつた。

(4) 委托試験品中アミロング第2～第4号は共に好成績であつたが，就中アミロング第3号は効果最も卓越し漁網染料として優秀であることが認められた。

(5) 綿糸の白煮後日乾して染付けしたるものが然らざるものに比し遙かに優秀であり実際面に大きな示唆を与へている。

(6) 委托試験品は染付及びその取扱ひについて操作が容易であり優れた特徴の一つと考へられる。

(7) 「コールタール」及「カツチ」＋「コールタール」は共に減衰傾向は認められなかつた。

5. 結　　言

時化のため浸漬枠が流失され委托された総てについて測定のなし得なかつたことは遺憾であるが，測定し得たものは共に防腐効果が大きく漁網染料として優秀であることが立証された。

尙漁期以外の保存期間中に於ける種々の実験は引続いて行う予定である。

文　　献

川崎外　漁網染料の効力（第4報）北海道大学水産学部彙報　3巻4号

（水産科学研究所業績 第206号）

硝 子 球 浮 子 の 研 究 第2報

そ の 水 中 抵 抗 に つ い て

小林喜一郎・高橋広彌・上野元一
（水産機械学教室）　（漁船工学教室）　（遠洋漁業学教室）

FUNDAMENTAL STUDIES ON SPHERICAL GLASS FLOATS FOR FISHING NETS (II)

On Water Resistance of Glass Floats

Kiichiro KOBAYASHI, Hiroya TAKAHASHI and Motokazu UENO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Formerly, the authors measured size, weight and buoyancy of glass floats of fishing net to obtain the fundamental data on them.

Now, for the purpose of obtaining the rate of resistance of fishing floats developed in towing net, the authors measured the coefficient of resistance of them by the method of free fall in water.

As the result of this experiment the coefficient of resistance of them was found to be larger than the value estimated when the glass floats are considered to be ideal true balls.

Further, the rate of increase of resistance of glass floats covered by shelter-ropes was in proportion to diameter of these shelter-ropes.

トロール，底曳網等の水中抵抗については，多くの研究[1]があるが，其等の抵抗中に占める硝子球浮子の割合を知るための基礎実験を行つた。硝子球浮子には適当な保護網をかぶせて使用するから，硝子球のみの抵抗よりもはるかに大きい抵抗を生ずる。従つてこの保護網（綿糸，トワイン，縄等）による抵抗増加の状態をも併せて実験した。

1. 実 験 の 理 論

質量mなる球状体が水中を自由落下する場合には，レーノルド数が約2500[2]以上の状態に於ては，抵抗は速度の略2乗に比例すると考えてよいから，次式が成立する。

$$m\frac{d^2h}{dt^2}=mg-mg\frac{\rho'}{\rho}-\frac{1}{2}k\rho' s v^2$$

こゝに

h：落下高　cm；	ρ'：水の密度　gr/cm³
ρ：落体の密度　gr/cm³；	k：落体の抵抗係数
s：落体の前面面積　cm²；	v：落下速度　cm/sec

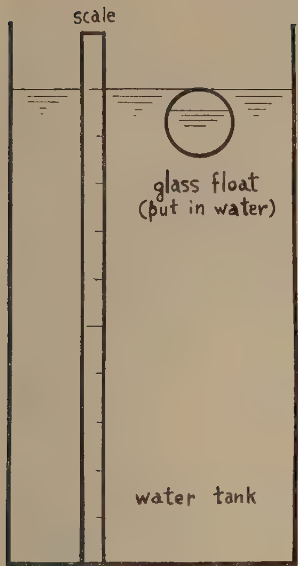


Fig. 1. The apparatus of experiment

Table 1. Results of experiment (water temp. 17°C)

Kind of glass float	Kind of shelter net	Coefficient of resistance k	The rate of increase of resistance $\frac{\Delta k}{k}$	Reynold's No. R
$2^{\overline{Sun}}\ 7^{\overline{bu}}$	without net	0.75		1.6×10^4
	$2^{\overline{monme}}$(3^{mm})Twine	1.11	0.48	1.9×10^4
	$8^{S}28$#(4^{mm})Cotten	1.12	0.49	1.5×10^4
$4^{\overline{Sun}}$	without net	0.75		1.9×10^4
	$10^{S}28$#(3^{mm})Cotten	0.99	0.32	2.1×10^4
	$10^{\overline{monme}}$(7^{mm})Twine	1.47	0.96	1.5×10^4
$6^{\overline{Sun}}$	without net	0.75		3.0×10^4
	$10^{S}28$#(3^{mm})Cotten	1.05	0.40	3.4×10^4
	$10^{\overline{monme}}$(7^{mm})Twine	1.43	0.91	3.5×10^4
$8^{\overline{Sun}}$	without net	0.79		5.2×10^4
	$10^{\overline{monme}}$(7^{mm})Twine	1.46	0.85	5.1×10^4
	$16^{\overline{monme}}$(11^{mm})Twine	1.96	1.40	4.9×10^4
$1^{\overline{Shaku}}$	without net	0.89		6.6×10^4
	$16^{\overline{monme}}$(11^{mm})Twine	2.03	1.28	7.2×10^4
	15^{mm}Strawy rope	2.62	1.94	5.6×10^4

こゝに $mg-mg\frac{\rho'}{\rho}$ は落体の水中重量であるから，これを Mg とすれば

$$m\frac{d^2h}{dt^2}=Mg-\frac{1}{2}k\rho' s v^2$$

こゝで $\frac{M}{m}g=g'$ $\quad k\frac{\rho' s}{2m}=\mu$

とおけば $\quad \frac{d^2h}{dt^2}=g'-\mu v^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$

この式は積分出来て

$$v=\sqrt{\frac{g'}{\mu}}\tanh\ (\sqrt{\mu g'}\,t)\ \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$$h=\frac{1}{\mu}\log\ \cosh\ (\sqrt{\mu g'}\,t)\ \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

h，t を測定することにより，(3)式より k が計算出来る，ところが実際実験してみると，落体は落下後間もなく一定速度(終速度）となる，従つて(1)式の左辺を 0 として，終速度を V_0 とすれば

$$V_0=\sqrt{\frac{2Mg}{\rho' kS}}$$

$$h=V_0 t=\sqrt{\frac{2Mg}{\rho' kS}}\,t$$

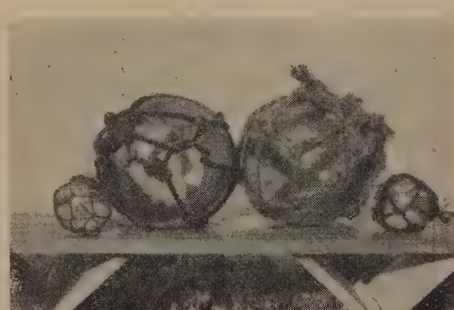


Fig. 2. Glass float and its shelter net

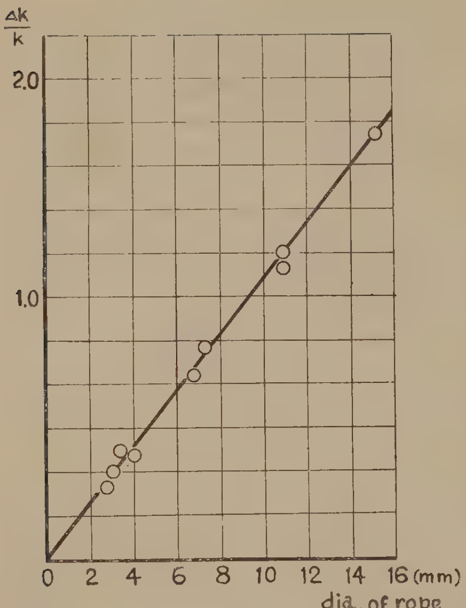


Fig. 3. Relation between diameter of rope and $\frac{\Delta k}{k}$

これより　　$k = \frac{2Mg\,t^2}{\rho' Sh}$ ………… (4)

となつて抵抗係数 k が計算出来る。

2. 実験と其の結果

硝子球に孔をあけ，これに水を入れ，その量を変えて，球の水中重量を種々に加減し，Fig. 1 に示す如き，水深1米，幅1米の水槽の中央で自由落下せしめた。球は落下の直後では加速度があるから，落下後30乃至 40cm 落ちたところから，槽底に達するまでの時間をストツプウオツチで測定した。

水中重量は棹杆秤で測定した。実験に用ひた硝子球の種類，実験値より計算したる k の値等を Table 1 に示す。次にこの硝子球に，Fig. 2 及び Table 1 に併記したる如き保護網をかぶせて同様の実験を繰返えした。その結果の k の値も同様 Table 1 に併記した。こゝで保護網による抵抗増加がどの様になつているかをみるために，その抵抗増加割合 $\frac{\Delta k}{k}$ と，保護網に用ひたロープ，縄等の直径との関係をプロツトするとFig. 3 の如く略直線的関係になることを確めた。

3. 要　　約

i) 硝子球浮子の抵抗係数は理論的球と考えた場合の値(0.4～0.5)[3]よりも大きい。これは硝子球浮子が真球でなく，歪んだ球となつているからである。

ii) 2寸7分から6寸までの硝子球の抵抗係数は略一様な値0.74であるが，8寸，1尺球ではこれよりも大きい。これは歪度が大きいのとレーノルド数が大きいためである。

iii) 保護網をかぶせた時は抵抗係数が増加する。その増加割合は，保護網に用いたロープ類の直径に略比例する。

終りに，本実験に対して種々御援助を賜つた川崎，斎藤両教授に深謝す。

文　　献

(1) 宮本・野村：曳網模型実験，日本水産学会誌，Vol. 17. No. 8，9.
斎藤（北大水）：底曳網の抵抗について(未発表).
(2) 藤田・横田：網地のうける水中抵抗について，応用物理，Vol. 20. No. 2.
(3) 日本機械学会編：機械工学便覧，p. 833.

（水産科学研究所業績 第207号）

漁網材料の研究

I. 網糸の抗張力に関する二三の知見 (1)

三浦鉄雄
(漁具物理学教室)

MECHANICAL STUDIES OF FISHING NET MATERIALS

I. Some Information on the Tensile Strength of Netting Cord (1)

Tetsuo MIURA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The relations between the tensile strength of each of the cotton and amilan cords in each of the dried, wetted and other states and the cord number, were studied. At the same time comparisons were made between the tensile strengths of the cotton and amilan cords in various states.

The tensile strength of the cotton cord and the cord number, in any case of the state of cord, is well in proportion; but the tensile strength of the amilan cord is not in proportion so well as the case of the cotton cord. However, assuming the above proportional relation to be concluded even in the case of the amilan cord as well as in the case of the cotton cord, these relations are expressed by the formulas given in Table 3, with 95 percent confidence.

From the formulas given in Table 3, it was computed, regardless of the cord number and with 95+percent confidence, that "true" ratio of the tensile strength of the amilan cord of a certain number in the dried state to that of the cotton cord of the same number in the dried state, R_{1a}/R_{1c}, and that "true" ratio of the tensile strength of the amilan cord of a certain number in the wetted state to that of the cotton cord of the same number in the wetted state after boiling, R_{2a}/R_{3c}. The results are as follows:

$R_{1a}/R_{1c}=1.80\pm0.34$ $R_{2a}/R_{3c}=1.43\pm0.26$

Estimations were made of "true" ratios of the tensile strength of the cotton cord in each state—wet, dry after boiling and wet after boiling—to that in the dried state and "true" ratio of the tensile strength of the amilan cord in the wetted state to that in the dried state, with 95 percent confidence. The results are as shown in Table 6. Accordingly, the tensile strengths of fhe cotton cord in the wetted state, in the dried state after boiling and in the wetted state after boiling are concluded to increase about 11–17, 2–8 and 6–10 percent against the values in the dried state, and also the tensile strength of the amilan cord in the wetted state is concluded to decrease about 18–20 percent against that in the

dried state.

The above results on the tensile strengths of the cotton and amilan cords, of course, may appreciably differ between cord-manufacturers and even between different cord populations of the same manufacturer.

1. 緒　　論

さきに，川合，寺田等[1]は綿糸の抗張力が号数その他に比例することを発見し，長棟[2]，宮本[3]はその著書にこれらの比例常数の値を示している。しかし，遺憾ながら著者は後者の原論文に接していないので，示された数値が，今後研究に供する綿糸にも適用されるものかどうか検討の余地がない。又綿糸は通常防腐処理を施すために白煮するが，この白煮が抗張力にどの程度影響するかは不明である。又最近合成繊維アミラン等の網糸が市販されるようになつたが，商品としてのアミラン網糸については，上述の関係がどのようになるか一般には知られていない。著者はこれらの疑点を明らかにするため実験を行つたので玆に報告する。但し，網糸の材料学的性質はメーカーによつて多少変るものであるが，この実験に供した材料は，北海道並びに北洋漁業に需要の多い函館製網KK製品であるから，同漁業関係者には特に参考になるものと信ずる。

2. 供 試 材 料

この実験に用いた材料は綿網糸及びアミラン網糸（加工処理ずみ）で，その太さの種類，製造工場撚糸製造方式は次の通りである。

綿　　糸：20's/4，6，8，10，12，14，15，16，18，20/3Z の10種類

但し，20'sは20番手の単糸即ち紡績糸（Yarn）を，4－20は10種類の糸の号数，即ち片子糸（Strand）に含まれる単子数を，3Zは3子左撚糸を意味する。尚右撚はSで表す（参照，JIS. L2701; 昭和27.4.11官報）。

製造工場，単糸：旭川紡KK．熊印

撚糸：函館製網KK．撚糸機種別，各号共張撚式

アミラン糸：250d(15)/3，4，5，8，10，12，15，18，20/3Z 及び 250d(15)/4/4Zの10種類

但し，250d(15)は単糸即ち繊条(Filament) を15本合せた250デニールの原糸(Yarn) を意味する。

製造工場，原糸：東洋レーヨンKK．（原糸はS撚）

撚糸：函館製網KK．

#	撚糸機種別	処理機種別
3	リング式	同社T型
4	〃	〃 〃
5	張 撚 式	〃 〃
4×4	リング式	〃TB型
8～20	張 撚 式	〃 T型

3. 測 定 方 法

引張試験機：守谷製横型引張試験機 (Max. 150kg).

但し，予め検定用標準分銅で補正した自動手秤を試験機にかけて調整した。

試　料　数：綿糸，アミラン糸何れも各号，及び乾燥，湿潤，白煮後乾及び白煮後湿の各状態に対し，15本宛使用した。試料総数は　綿糸，15×10×4＝600本，アミラン糸，15×10×2＝300本

試　料　長：糸の自然の長さを如何に定義すべきかは問題であるが，この実験においては便宜上試料の約90cmを取り，下端にヤーン1本について1g宛の錘を吊り下げ，後方の直立尺度によつ

て素早く中央部に50cm間隔の二つの標線をつける。両端の約 20cmは試験機把握部の円柱捲付と押さえに使用する。標線はカッチでつけた，但し白煮及び湿材料にする場合は更にその上を極細糸で縛つた。

把握距離：綿糸，アミラン糸共乾燥状態で50cmであるが，綿糸の白煮後乾燥状態では48cm，綿糸の湿潤及び白煮後湿潤状態では46cm，アミラン糸の湿潤状態では51cmとした。このように把握距離を色々変えたのは，糸の各状態における伸縮を考慮したためで処置前の乾燥状態における自然長は何れも50cmである。このことについては何れ後日の論文で委しく説明する。

破壊速度：試料1本あたりの平均破壊時間は約1分。

湿潤状態：蒸溜水に一昼夜浸したものを1本宛水中より取り出して測定した。

白　　煮：蒸溜水で煮沸30分。白煮後乾燥は一昼夜以上乾燥しきるまで蔭乾しにした。

試験室状態：19--21°C，60−63% RH.

4. 抗張力測定値

綿糸の各号について気乾，湿潤，白煮後乾燥及び白煮後湿潤時における15本宛の試料の抗張力を測定し，その平均値 (R) 及び不偏分散 (u^2) を計算した結果は第1表の通りである。又アミラン糸の各号について気乾及び湿潤時における 15本宛の試料の抗張力を測定し，その平均値 (R) 及び不偏分散 (u^2) を計算した結果は第2表の通りである。これらの値は今後の研究にも屢々使用される。u^2は現在の研究には直接必要がない。

Table 1. Mean value (R) and unbiased variance (u^2) of the tensile strengths* in kilograms of 15 cotton cords** of each of the cord numbers and in each of the various states.

Cord number	Number measured	Dry		Wet		Dry after boiling		Wet after boiling	
		R	u^2	R	u^2	R	u^2	R	u^2
4	15	5.96	0.1240	6.57	0.0793	6.72	0.0946	6.73	0.1164
6	15	9.03	0.1678	9.97	0.2553	9.51	0.1298	9.69	0.4484
8	15	11.83	0.1194	12.91	0.2178	12.41	0.1793	12.41	0.6798
10	15	14.15	0.4498	17.33	0.3395	15.36	0.3269	15.85	0.6113
12	15	18.04	0.3640	20.34	1.0211	18.51	0.6578	19.05	1.6870
14	15	18.91	0.4178	22.03	1.7007	20.43	0.4650	20.81	0.9750
15	15	21.48	0.6374	26.01	1.4264	22.35	1.1613	23.74	1.8054
16	15	21.53	1.1693	24.27	1.1138	22.73	1.2007	22.64	1.7254
18	15	25.21	0.6035	28.03	1.0278	26.17	0.7253	26.57	1.3781
20	15	28.65	0.3741	31.95	1.5527	27.53	1.4335	29.79	2.1213

* Any cord under test was measured in the length of 50 centimetres when dried exclusive of about 25 centimetres for hold at each end of cord.

** The cotton cords used are left-hand twisted cord which is composed of the three right-hand twisted strands of which one is composed of a fixed number (=cord number) of 20-count yarn.

Table 2. Mean value (R) and unbiased variance (u^2) of the tensile strengths* in kilograms of 15 amilan cords** of each of the cord numbers and in each the dried and wetted states.

Cord number	Number measured	Dry		Wet	
		R	u^2	R	u^2
3	15	7.26	0.0440	5.79	0.0541
4	15	14.79	0.1278	12.19	0.1213
5	15	13.34	0.0326	10.75	0.3384
4×4** =5.3	15	16.80	0.0326	13.41	0.0535
8	15	21.75	0.0384	17.73	0.1907
10	15	29.96	0.5211	23.67	0.5035
12	15	31.06	0.5669	25.11	1.1264
15	15	35.04	0.3654	28.41	0.3641
18	15	40.66	0.4811	34.09	0.8284
20	15	51.27	1.6950	41.94	0.6269

*See the note to Table 1.

**The amilan cords used are treated with resin and heating at the time of manufacture and left-hand twisted cord which, excepting the cord No. 4×4, is composed of three right-hand twisted strands of which one is composed of a fixed number (=cord number) of 250-denier yarn which is composed of 15 filaments. The cord No. 4×4 is left-hand twisted cord which is composed of four right-hand twisted strands of which one is composed of four 250-denier yarns and its number will come to about No. 5.3 in three-ply-cord.

5. 計算順序と結果及び考察

川合，寺田等の実験結果により，号数に対する抗張力の回帰関係が原点を通る直線であると仮定しよう。換言すれば，号数がνのときの抗張力の平均値をRとするとき

$$R=\beta\nu$$

となるものとする。最小自乗法によれば，このときの標本回帰係数bは

$$b=\sum\nu R/\sum\nu^2$$

で与えられ，残差平方和Δ及びνの偏差平方和$S\nu$は

$$\Delta=\sum(R_i-R_i')^2$$
$$=\sum(R_i-b\nu_i)^2$$
$$S\nu=\sum(\nu_i-\bar{\nu}_i)^2$$
$$=\sum\nu_i^2-N\bar{\nu}_i^2$$

で計算される。玆にR_iは実測値，R_i'は計算値，$\bar{\nu}_i$はνの平均値，$N=11$（仮定により原点も入るから）である。標本回帰係数bの不偏分散をu_b^2とすれば

$$u_b^2=\frac{\Delta}{N-2}/S\nu$$

ところで，糸の抗張力は正規分布をなすことが知られているので，任意のνに対して，Rの分布は平均$\beta\nu$，標準偏差σ_Rなる正規分布であると仮定する。今簡単のためにσ_Rはνに無関係であると仮定しておく。νは予め定めておくので，以上の仮定の下に

$$F=\frac{(b-\beta)^2}{u_b^2}\qquad \text{但し，}(b-\beta)^2\text{ の自由度 }n=1$$

$$u_b^2\text{ の自由度 }n=N-2$$

はF分布をなし，その平方根は "Student" のtと同じ分布をする。

$$t=\frac{b-\beta}{u_b}\qquad n=N-2$$

それで，$Prob\{|t|<t\alpha\}=\beta$ を満足する$t\alpha$をt分布表によつて求め得たとすれば

$$|t|<t\alpha \qquad \text{即ち}\quad \left|\frac{b-\beta}{u_b}\right|<t\alpha$$

をβに関して解いて，信頼度$(1-\alpha)\times100\%$の信頼区間として

$$b-t\alpha\cdot u_b\leq\beta\leq b+t\alpha\cdot u_b$$

を得る，以上の計算順序によつてRのνに関する回帰係数の，95% 信頼度における信頼区間を算出し，Rとν(従つてヤーン数n)との関係式を求めれば次のようになる。但し，気乾，湿潤，白煮後乾及び白煮後湿時の抗張力を夫々R_1，R_2，R_3及びR_4とする。

綿　　糸：

気乾状態のとき　$b=1.41$　$R'_1=1.41\nu$　$u_b=0.034$

自由度 $n=N-2=11-2=9$ のとき $t_{0.05}=2.262$ であるから

危険率 0.05 で　$1.34\leq\beta\leq1.49$

故に 95% 信頼度で　$R_1=(1.41\pm0.08)\nu=(0.48\pm0.03)n$

湿潤状態のとき　$b=1.61$　$R'_2=1.61\nu$　$u_b=0.053$

同様の計算で　$1.49\leq\beta\leq1.73$

95% 信頼度で　$R_2=(1.61\pm0.12)\nu=(0.54\pm0.04)n$

白煮後乾燥状態のとき　$b=1.46$　$R'_3=1.46\nu$　$u_b=0.044$

$1.36\leq\beta\leq1.56$

95% 信頼度で　$R_3=(1.46\pm0.10)\nu=(0.49\pm0.03)n$

白煮後湿潤状態のとき　$b=1.51$　$R'_4=1.51\nu$　$u_b=0.042$

$1.41\leq\beta\leq1.60$

95% 信頼度で　$R_4=(1.51\pm0.10)\nu=(0.50\pm0.03)n$

アミラン糸：

気乾状態のとき　$b=2.52$　$R'_1=2.52\nu$　$u_b=0.155$

$2.17\leq\beta\leq2.87$

95% 信頼度で　$R_1=(2.52\pm0.35)\nu=(0.84\pm0.12)n$

湿潤状態のとき　$b=2.06$　$R'_2=2.06\nu$　$u_b=0.114$

$1.80\leq\beta\leq2.32$

95% 信頼度で　$R_2=(2.06\pm0.26)\nu=(0.69\pm0.09)n$

これらの結果をまとめて第3表に示す。又第1及び2表によつて各号に対する各状態時の抗張力をプロットし，その上に第3表によつて最良近似直線を画くと第1図となる。

Table 3. Mathematical relationships between the tensile strength in kilograms (R) of each of the cotton and amilan cords in each of the various states and the cord number (ν) or the total number of yarns in one cord (n), with 95 percent confidence.

Tensile strength	Cotton cord	Amilan cord
R_1 *	$(1.41\pm0.08)\nu = (0.48\pm0.03)n$	$(2.52\pm0.35)\nu = (0.84\pm0.12)n$
R_2	$(1.61\pm0.12)\nu = (0.54\pm0.04)n$	$(2.06\pm0.26)\nu = (0.69\pm0.09)n$
R_3	$(1.46\pm0.10)\nu = (0.49\pm0.03)n$	
R_4	$(1.51\pm0.10)\nu = (0.50\pm0.03)n$	

* R_1 is the tensile strength of the cord in dried state, R_2 in the wetted state, R_3 in the dried state after boiling and R_4 in the wetted state after boiling.

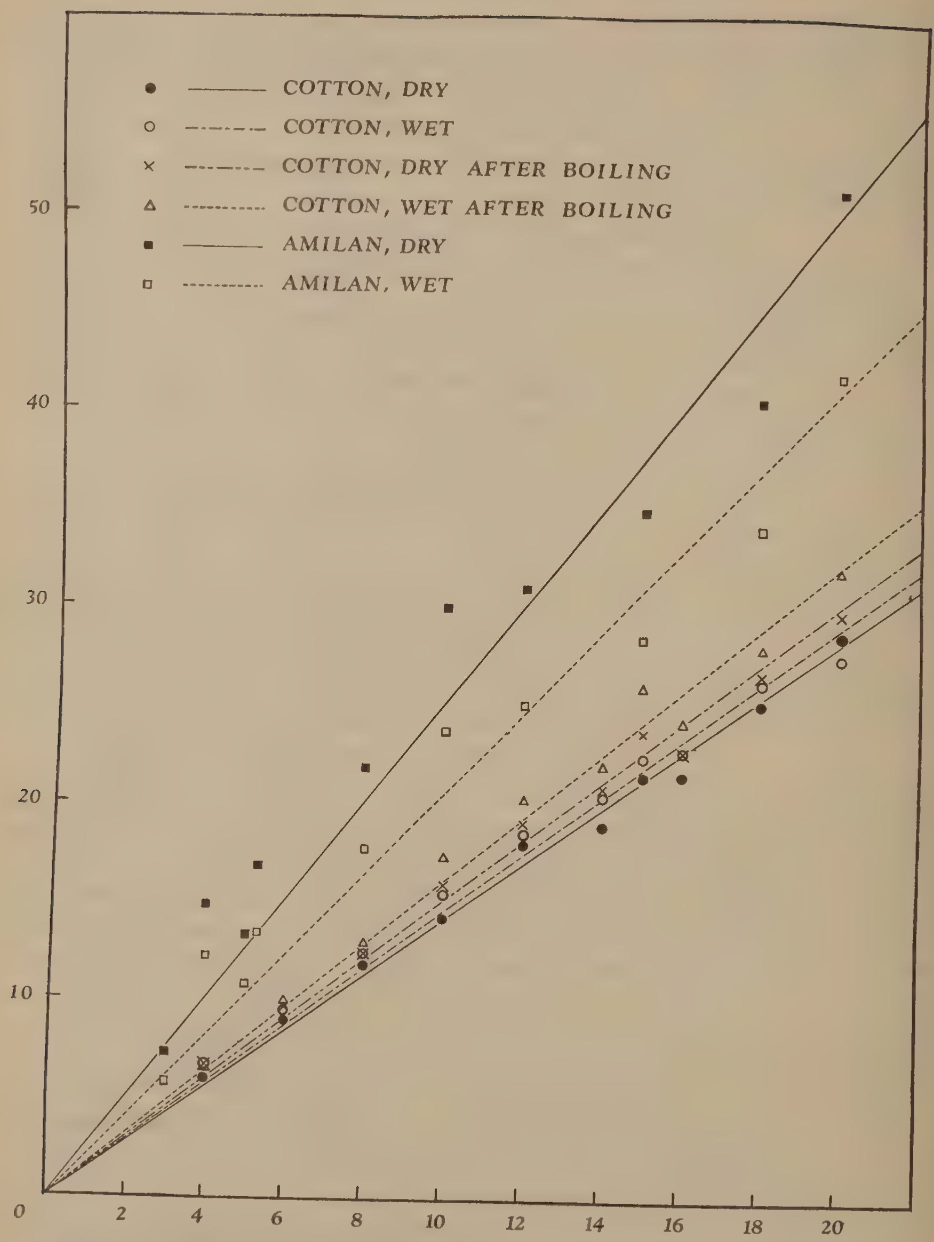


Figure 1. Tensile strengths of cotton and amilan cords plotted against cord numbers. The lines are fitted from the formulas given in Table 3. Ordinate — tensile strength in kilograms; abscissa—cord number.

第1図を一見すれば明らかなように，アミラン糸は抗張力と号数或は単糸数との関係が綿糸ほどよく比例していない。点の撒布状態が湿潤時においても気乾時の場合と全く同様であることは，試験室の温度，気温等の影響よりもむしろメーカーの加工処理の影響によるものであることを示している。#5−20（但し #4×4を除いて)の7種類は撚糸機も処理機も同じ方式であるが，これらの点だけを見ても比例関係は綿糸ほどよくない。このように抗張力と号数との比例関係が悪いことは商品として大きな缺点である。各号糸全体に亘る品質管理について研究の必要がある。

次にアミラン糸と綿糸との抗張力を比較してみる。アミラン糸，綿糸の抗張力を夫々 R_a, R_c，号数 ν に関する回帰係数を夫々 β_a, β_c とすれば

$$R_a/R_c=\beta_a\nu/\beta_c\nu=\beta_a/\beta_c$$

であるから，回帰係数によつて比較すればよい。今乾及湿（綿糸は使用前白煮するのが普通であるから白煮後湿の場合で比較する）状態における抗張力を比較するならば

気乾状態においては　95%信頼度で　$2.17\leq\beta_{1a}\leq2.87$　　$1.13\leq\beta_{1c}\leq1.49$

であるから　$\frac{2.17}{1.49}\leq\frac{\beta_{1a}}{\beta_{1c}}\leq\frac{2.87}{1.34}$　$\therefore\ \frac{R_{1a}}{R_{1c}}=1.80\pm0.34$

となる。但し母平均が，或信頼度における信頼区間の両端の値をとる確率はわからないから，上に求められた R_{1a}/R_{1c} の信頼区間の信頼度を確定した値でいうことは出来ない。併し95以上の%の信頼度（恐らく $\alpha=(0.05)^2$ 程度）におけるものであることは間違いない。上と同様にして

湿潤状態においては　95以上の%(95+%と書くことにする)の信頼度で

$$\frac{R_{2a}}{R_{4c}}=1.39\pm0.27$$

即ちアミラン糸は綿糸よりも気乾状態において約1.8倍，湿潤状態において約1.4倍強い。

次に乾，湿及びその他の状態における抗張力 R_i の号数 ν に関する回帰係数間に有意差があるか否かを調べよう。95%の信頼度で回帰係数の信頼区間が重ならないのは綿糸の乾時における β_{1c} と湿時における β_{2c} の二つだけで，その他はどの二つをとつても重なつている。故に95%の信頼度では β_{1c} と β_{2c} の間には有意差があるが，その他の二つの間には有意差がないことになる。今試みに信頼度を落して各回帰係数の信頼区間を計算すれば第4表の通りになる。表には，対比の便宜上95%の信頼度におけるものも併せ示した。

Table 4. Intervals at various confidences associated with "true" means of the regression coefficients of R^* on ν.

Cord	Regression coefficient	95%	90%	80%	70%
Cotton	R_1 on ν	1.34——1.49	1.35——1.47	1.37——1.46	1.38——1.45
	R_2 on ν	1.49——1.73	1.52——1.71	1.54——1.68	1.55——1.67
	R_3 on ν	1.36——1.56	1.38——1.54	1.40——1.52	1.41——1.51
	R_4 on ν	1.41——1.60	1.43——1.59	1.45——1.57	1.46——1.55
Amilan	R_1 on ν	2.17——2.87	2.23——2.81	2.31——2.73	2.35——2.69
	R_2 on ν	1.80——2.32	1.86——2.26	1.90——2.22	1.93——2.19

* SeeTable 3.

第4表を見れば明らかなように，綿糸では80−70%位に信頼度を落してようやくβ_{1c}とβ_{4c}との間に有意差が現れる程度である，アミラン糸では80%では完全に，90%に近い信頼度でβ_{1a}とβ_{2a}との間に有意差が認められる。綿糸の場合は一般に僅かながらでも乾→白煮後乾→白煮後湿→湿の順で抗張力が増加しているにも拘らず回帰係数間に有意差が現れ難いのは，乾時抗張力に対する他の状態時での抗張力変化（増加）の割合にむらが多いためと考えられる。これに反して，アミラン糸の場合には抗張力と号数との比例関係は綿糸ほどよくないが，乾時抗張力に対する湿時抗張力の変化（減少）割合が号数によらず大体一定しているために比較的高い信頼度で回帰係数に有意差が現れるのであらう。乾時抗張力に対する湿時その他の状態時での抗張力の比（R_i/R_1）を第1,2表から求めると第5表が得られる。表の値から1を引けば乾時抗張力に対する他状態時での抗張力変化率がわかり，その値は確かに綿糸の方がアミラン糸よりもむらになつている。糸全体についての（号数と関係なく）R_i/R_1の値は，第3表の回帰係数の比で求められるが，この場合にはアミラン糸と綿糸との抗張力の比較の場合のように信頼度を確定値でいうことが出来ない。そこで第5表から計算によつて各号に対するこれらの比の母平均を推定してみよう。これらの比の値は繊維が同じであれば号数によらず一定していると考えられるので，その母集団は正規分布をなすものと仮定し，各号に対するR_i/R_1の値をこの母集団から抽出した標本値と見做して，統計数値表[4]の106頁に示されているように母平均$m(R_i/R_1)$の信頼区間を求めれば

Table 5. Ratios of the tensile strength of the cord in each of the various state to that in the dried state, for each cord number.

Cotton cord				Amilan cord	
ν	R_2/R_1	R_3/R_1	R_4/R_1	ν	R_2/R_1
4	1.10	1.13	1.13	3	0.80
6	1.10	1.05	1.07	4	0.82
8	1.09	1.05	1.05	5	0.81
10	1.22	1.09	1.12	5.3	0.80
12	1.13	1.03	1.06	8	0.82
14	1.16	1.08	1.10	10	0.79
15	1.21	1.04	1.11	12	0.81
16	1.13	1.06	1.05	15	0.81
18	1.11	1.04	1.05	18	0.84
20	1.12	0.96	1.04	20	0.82
	1.14	1.05	1.08		0.81

綿　　糸：

R_2/R_1については

不偏分散 $u^2=0.0021$　　自由度 $n=N-1=9$ のとき $t_{0.05}=2.262$

$$\therefore\quad m\left(\frac{R_2}{R_1}\right)=\overline{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}\pm u\frac{t}{\sqrt{N}}=1.14\pm0.03 \qquad 1.11<m\left(\frac{R_2}{R_1}\right)<1.17$$

R_3/R_1については，同様にして

$$m\left(\frac{R_3}{R_1}\right)=1.05\pm0.03 \qquad 1.02<m\left(\frac{R_3}{R_1}\right)<1.08$$

R_4/R_1については

$$m\left(\frac{R_4}{R_1}\right)=1.08\pm0.02 \qquad 1.06<m\left(\frac{R_4}{R_1}\right)<1.10$$

アミラン糸：

$$m\left(\frac{R_2}{R_1}\right)=0.80\pm0.01 \qquad 0.80<m\left(\frac{R_2}{R_1}\right)<0.82$$

以上をまとめて第6表を得る。即ち綿糸は，気乾状態に対して，湿潤状態では11−17%，白煮後乾燥状態では2−8%，白煮後湿潤状態では6−10%抗張力を増す。アミラン糸は気乾状態に対して湿潤状態では18—20%抗張力を減ずる。

Table 6. Intervals at 95 percent confidence associated with "true" ratios of R_i to R_1, for each of the cotton and amilan cords.

Kind	Population	Intervals (95% con.)
Cotton	R_2/R_1	1.11——1.17
	R_3/R_1	1.02——1.08
	R_4/R_1	1.06——1.10
Amilan	R_2/R_1	0.80——0.82

6. 要　　結

長棟[2]，宮本[3]によれば20's, 3Z 綿糸の抗張力（R）と総単糸数（n）との関係は

乾時抗張力 $R_1=0.38n$,　　湿時抗張力 $R_2=0.45n$ 。

で表されるとしているが，著者が函館製網KK製 3Z綿糸について復試した結果は，95% 信頼度において　$R_1=(0.48\pm0.03)n$,　　$R_2=(0.54\pm0.04)n$　或は　$R_4=(0.50\pm0.03)n$

となり，係数の信頼区間の下限をとつても両氏の結果より大きい。これは綿繊維の産地や規格及び撚糸までのメーカーの相違によるものであろう。著者は上記関係の他に，同じ綿糸について白煮後乾，白煮後湿状態における抗張力と号数（或は単糸数）との関係及び同社製アミラン糸について乾，湿状態における同様の関係を測定計算した結果第3表が得られた。表の結果からアミラン糸と綿糸との抗張力を比較すれば，95+%の信頼度で

$R_{1a}/R_{1c}=1.80\pm0.34$,　　　$R_{2a}/R_{4c}=1.39\pm0.27$

となつた。ここに R_{1a} はアミラン糸の気乾状態における，R_{1c} は綿糸の乾燥状態における，R_{2a} はアミラン糸の湿潤状態における及び R_{4c} は綿糸の白煮後湿潤状態における抗張力である。

更に，綿糸の乾時抗張力に対する湿時，白煮後乾時及び白煮後湿時の抗張力の比及びアミラン糸の乾時抗張力に対する湿時抗張力の比を95%の信頼度で計算した結果第6表が得られた。これによつて使用初期における抗張力の変化率が知られる。

以上は，著者が実験に供した函館製網KK製網糸についての結果であり，厳密にいえば同社製品でも仕切りによつて若干結果も変つてくるであろうが，綿糸及び現在商品となつているアミラン糸の大体の性質は変らないものと思われる。

7. 謝　　辞

本研究をなすに当り，材料の一切を提供された函館製網船具株式会社の好意に厚く感謝する。特に同社専務取締役　広瀬久一，取締役整理部長　沼崎幸作，同社五稜郭工場長　皆川弘及び同社漁網綱部長代理　森本邦雄の諸氏には，材料入手について直接お世話になると共にメーカー側としての貴重な意見や研究結果を知らせて頂き今後の研究発展の上に有力な端緒となつた。ここに謹んで感謝の意を表する。又測定に助力された本学講師　佐藤修，助手　本間康雄の両氏，教室員　小松セイ嬢及び学生　赤池利英君の労に対し謝意を表する。

引　用　文　献

(1) 川合角也・寺田寅彦他2名（1914）：水産講習所試験報告．6（9）．169—187頁．

(2) 長棟輝友（1932）：最新漁撈学，26頁．厚生閣
(3) 宮本秀明（1952）：定置網漁論，64頁．河出書房
(4) 統計科学研究会（1952）：新編統計数値表．河出書房

（水産科学研究所業績 第208号）

漁網材料の研究

II. 網糸の抗張力一万中の最小値の推定法

三浦鉄雄
(漁具物理学教室)

MECHANICAL STUDIES OF FISHING NET MATERIALS

II. A Method of Estimating the Least in the Ten Thousand Tensile Strengths of Netting Cord

Tetsuo MIURA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The calculation in making an estimate of the strength of the fishing net knitted rests on the tensile strength of the cord used; and, as the value of the cord tensile strength in such calculation, there should not be adopted the mean of some of the tensile strength samples, but the least in the ten thousand of those, as proposed by Tauchi.

A method of estimating such the least value was devised by the author and was discussed fully in this paper. According to this procedure, the intervals at 95+percent confidence associated with "true" least value (x') in the ten thousand of tensile strength and also "true" ratio of x' to the mean (m) of tensile strength population, for each cord number of cotton cord and amilan cord (see previous paper I), were calculated and are shown in Table 1, 2.

The rate of x' to m is considered not to depend upon the thickness of cord (or the number of the cord), but on the kind of fibre composing that cord; and then, for each of the cotton and amilan cords regardless of the number, the intervals at 95 percent confidence associated with "true" ratio of x' to m were calculated as outlined in Statistical Tables p. 106 and are as follows:

$K_c = 0.84 \pm 0.04, \qquad K_a = 0.92 \pm 0.02$

where K_c is "true" ratio of x' to m for the cotton cord and K_a that for the amilan cord.

Such value peculiar to each of varions cords, K may be called *the safety-factor of the tensile strength of cord* and the degree of uniformity of the tensile strengths of these cords may be comparable according to the largeness or smallness of the value of K.

For instance, since $K_a > K_c$, the tensile strength of the amilan cord is concluded to be generally more uniform than that of the cotton cord, regardless of the number.

An interval at a certain confidence associated with "true" least value in the ten thousand of tensile strength of cord is given by the following formula:

$$\bar{x} - Au < x' \leqq \bar{x} - A'u$$

where $\bar{x}$ and u are, respectively, the mean and square root of unbiased variance of the tensile strengths of cord, and A and A' are the constants which depend on the number of tests and the confidence taken. The values of A and A' which are grven the interval of x' at 95+percent confidence, for each of the various number of tests are shown in Table 3.

1. 緒　論

編いた網地の丈夫さを判断する計算の基礎となるものは，使用した網糸の抗張力であるが，この場合の抗張力としては，若干本の試料の平均値とか，母平均の推定値とかを用いることが出来ない。網が破れるのは，通常荷のかゝつている部分のうちで一番弱い脚の節もとから始まるのであるから，荷がかかる網の部分にあるすべての脚の抗張力の最小値をもつて，糸に期待すべき抗張力としなければならない。この最小抗張力に，節のあるときの節のないときに対する割合，繰返荷重に対する安全率等を乗じて始めて網地の丈夫さが判断されるのである。田内[1]はその著書に，縦横共に50節位の網地に同じように荷がかかるとして一万の脚のうちで一番弱い脚の抗張力を目安にすべきであるとして，

一万中の最小値は　　$x' = \bar{x} - 4.0S$　　$\bar{x}$は平均値，Sは標準偏差

で計算されるとしている。しかしこの式では $\bar{x}$，S は標本数によつて変るから一万中の最小値が標本数により左右されることになりまずい　又同著書は水産業関係者の啓蒙を目的としているためか式及び 4.0 なる数字の意味が説明されていない　一方著者は同氏がこの問題について論じられたことがあるかどうかを知らない　そこで田内とは独立に，若干数の抗張力標本値から一万中の最小抗張力を推定することを考えて見た　そしてその推定法によつて，本論題第Ｉ報の綿及びアミラン網糸の各号何れも15本宛の試料（但し試料長50cm）の抗張力測定値から各繊維，各号糸について抗張力一万中の最小値 x' 及び一万中の最小値の抗張力母平均に対する割合 x'/m を推定し，次いで繊維の種類によつて異なり糸の太さによらない x'/m なる母集団を仮定して綿及びアミラン網糸に対するその母集団の平均を推定し，これを夫々の繊維の糸の抗張力安全率と定義した．これらの推定値から綿及びアミラン網糸の抗張力に関する若干の性質が知られる。

又或繊維，或太さの糸の抗張力一万中の最小値を推定するのに便利な数値表を作製した。

所論及び数値表は，供試材料の母集団によらないし又網糸以外の一般の材料についても適用される。

2. 推定法及び綿，アミラン網糸に対する推定値と考察

糸の抗張力は，大体正規分布をなすことが知られているから，その母集団を母平均m，母標準偏差 σ の正規母集団と仮定する。抗張力一万中の最小値は

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{m}^{x'} e^{-(x-m)^2/2\sigma^2}dx = -0.4999$$

なるような x' の値であるとしてよい。この値を求めるために左辺の積分を正規曲線の規準形に直す。

即ち　　$t = (x-m)/\sigma$

とおけば

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{m}^{x'} e^{-(x-m)^2/2\sigma}\ dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{0}^{\frac{x'-m}{\sigma}} e^{-t^2/2}dt$$

であるから

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{0}^{\frac{x'-m}{\sigma}} e^{-t^2/2}dt = -0.4999$$

となる。このようなtの値を統計数値表[2](表の部の39又は60頁)によつて求めると，−3.72であるから

$$(x'-m)/\sigma=-3.72 \qquad \therefore \quad x'=m-3.72\sigma \qquad (1)$$

故にm，σが既知ならば(1)によつて一万中の最小値が求められるが，標本から知り得るのはm，σの存在範囲である。こゝでmの代りに標本平均$\bar{x}$を，σの代りに不偏分散の平方根uを用いれば田内の式と常数だけが僅かに異なる式となるが，uはσの不偏推定値ではないからそれではまずい。そこで統計数値表（解説の部の106及び86頁）に示されているように，t及びχ^2分布表を用いてm，σの存在範囲を求めると，信頼度 $(1-\alpha)\times 100\%$で

$$\bar{x}-u\frac{t\alpha}{\sqrt{N}}\leqq m\leqq \bar{x}+u\frac{t\alpha}{\sqrt{N}} \qquad (2)$$

$$u\sqrt{\frac{N-1}{\chi_2^2}}\leqq\sigma<u\sqrt{\frac{N-1}{\chi_1^2}} \qquad (3)$$

ここに$\bar{x}$及びu^2は標本数Nの抗張力平均値及び不編分散である。(2)，(3) によつて計算されるm，σの信頼区間の上下限を

$$m_{\min}\leqq m\leqq m_{\max} \qquad (2)'$$

$$\sigma_{\min}\leqq\sigma<\sigma_{\max} \qquad (3)'$$

のように表せば，(1)，(2)′，(3)′ から信頼度 $(1-\alpha)\times 100$ 以上の%で

$$m_{\min}-3.72\sigma_{\max}<x'\leqq m_{\max}-3.72\sigma_{\min} \qquad (4)$$

又，x' のmに対する比は，信頼度 $(1-\alpha)\times 100$ 以上の%で

$$\frac{m_{\min}}{m_{\max}}-3.72\frac{\sigma_{\max}}{m_{\max}}<\frac{x'}{m}\leqq\frac{m_{\max}}{m_{\min}}-3.72\frac{\sigma_{\min}}{m_{\min}} \qquad (5)$$

となる。本論題第Ⅰ報の第1，2表にある気乾状態における綿糸，アミラン糸各号の抗張力平均及び不偏分散の値を（2)，(3）に入れて，気乾状態における綿糸，アミラン糸各号の抗張力母集団の母平均及び母標準偏差の95%の信頼度における信頼区間を推定し，(4)，(5)により95+%（参照，本題第Ⅰ報）の信頼度での一万中の最小値及び一万中の最小値の抗張力母平均に対する比の存在範囲を計算すれば第1，2表となる。

Table 1. The intervals* at 95 percent confidence associated with the mean (m) and square root of variance (σ) of the tensile strength population, and the intervals** at 95+ percent confidence associated with "true" least value (x') in the ten thousand samples of the tensile strength and with "true" ratio of x' to m, for each number of the cotton cord.

Cord number	Number measured	m	σ	x'	x'/m
4	15	5.96±0.20	0.407±0.149	4.46±0.75	0.75±0.15
6	15	9.03±0.23	0.473±0.173	7.27±0.87	0.81±0.12
8	15	11.83±0.19	0.399±0.146	10.35±0.74	0.88±0.08
10	15	14.15±0.37	0.775±0.284	11.27±1.43	0.80±0.12
12	15	18.04±0.33	0.697±0.255	15.45±1.28	0.86±0.09
14	15	18.91±0.36	0.746±0.273	16.14±1.38	0.86±0.09
15	15	21.48±0.44	0.922±0.337	18.05±1.69	0.85±0.10
16	15	21.53±0.60	1.249±0.457	16.89±2.30	0.79±0.13
18	15	25.21±0.43	0.897±0.328	21.87±1.65	0.87±0.08
20	15	28.65±0.34	0.707±0.259	26.02±1.30	0.91±0.06

* These are calculated from (2) and (3).
** These are calculated from (4) and (5).

Table 2. The same as Table I, for each number of the amilan cord.

Cord number	Number measured	m	σ	x'	x'/m
3	15	7.26±0.12	0.243±0.089	6.36±0.45	0.88±0.08
4	15	14.79±0.20	0.413±0.151	13.26±0.77	0.90±0.07
5	15	13.34±0.10	0.209±0.077	12.57±0.39	0.94±0.03
4×4 =5.3	15	16.81±0.11	0.226±0.083	15.97±0.42	0.95±0.03
8	15	21.75±0.11	0.222±0.081	20.93±0.42	0.97±0.03
10	15	29.96±0.40	0.834±0.305	26.86±1.54	0.90±0.07
12	15	31.06±0.42	0.869±0.318	27.83±1.60	0.90±0.07
15	15	35.04±0.34	0.698±0.255	32.45±1.28	0.93±0.05
18	15	40.66±0.33	0.801±0.293	37.69±1.48	0.93±0.05
20	15	51.27±0.72	1.503±0.550	45.68±2.77	0.90±0.07

x', m は糸の太さによつて違うが，x'/mは原料繊維が同じであれば糸の太さによらず一定していると考えられる。それでその分布は糸の繊維の種類によつて一定した正規分布をなすものと仮定する。今その母集団の平均値を推定したいが，実際測定によつてその標本値を求めることは出来ないから，第1，2表に示した綿糸，アミラン糸各号についての x'/m の信頼区間の中央値及び範囲を，夫々の糸の10組の太さについての x'/m の標本平均及び平均範囲と見做すならば，標本平均と平均範囲とは正規分布の場合独立であるから，範囲を考えずに中央値のみを用いて母平均を推定してよい。統計数値表（解説の部の106頁）に示されてあるようにして綿，アミラン夫々の繊維の糸に対する x'/mの母平均Kを推定するならば

綿糸については　$x'/m=k_c$ とおけば　$\overline{k_c}=9.84$　$u_c^2=0.00237$　と計算され

自由度 $n=N-1=9$ のとき　$t_{0.05}=2.262$

$\therefore \quad K_c=\overline{k_c}\pm u_c\,(t/\sqrt{N})=0.84\pm0.04$

アミラン糸については　$x'/m=k_a$ とおけば　$\overline{k_a}=0.92$　$u_a^2=0.00080$　と計算され

$K_a=\overline{k_a}\pm u_a\,(t/\sqrt{N})=0.92\pm0.02$

即ち95%の信頼度で　$K_c=0.84\pm0.04$　$K_a=0.92\pm0.02$　(6)

となる。このようなKの値をその繊維の糸の「抗張力安全率」と定義するならば，逆に抗張力安全率の知られている糸の，或太さのものの抗張力一万中の最小値は，若干本の試料の抗張力測定値より推定したその母平均とKの値とから，容易に求めることが出来る。又Kの値の大小で，或繊維の糸の抗張力の不同の程度と他の繊維の糸のそれとを，比較することが出来る。綿糸及びアミラン糸の各号については，第1，2表の x'/m の値の大なるもの程抗張力に不同が少なく，又綿及びアミラン両繊維の糸全体としては，(6)のK_c，K_a の値から明らかな通り，アミラン糸の方が綿糸より抗張力に不同が少ないことが知られる。

次に (2)，(3)によつて(4)を書換えると

$$\bar{x}-u\left(3.72\sqrt{\frac{N-1}{\chi_1^2}}+\frac{t\alpha}{\sqrt{N}}\right)< x' \leqq \bar{x}-u\left(3.72\sqrt{\frac{N-1}{\chi_2^2}}-\frac{t\alpha}{\sqrt{N}}\right) \qquad (7)$$

となる。故に抗張力一万中の最小値だけを求めるには，m，σ の存在範囲を計算しなくても，$\bar{x}$，u を求めてから (7)式によつて計算すればよい。今 (7)式を

$$\bar{x}-Au< x' \leqq \bar{x}-A'u \qquad (7)'$$

とおけば，A，A'はt，χ_1^2，χ_2^2及びNによつて異なる常数である。そこで信頼度$(1-\alpha)\times100\%$を

適当に定めて，それに対応するt_α〔$Pr.(|t|>t_\alpha)=\alpha$，$n=N-1$〕，χ_1^2，χ_2^2〔$Pr.(\chi^2>\chi_1^2)=a$，$P_r.(\chi^2\leqq\chi_2^2)=b$，$n=N-1$，$a+b-1=1-\alpha$〕を統計数値表より求め，測定数$N$の種々の値に対する$A$，$A'$の値を計算して表にしておけば便利である。95%の信頼度に対応するt_α，χ_1^2，χ_2^2の値によつて計算した結果は第3表の通りである（但し，測定値4以下の場合は省略，又40，50，60の場合の値は補間法によつた）。勿論この表によつて計算された一万中の最小値の存在範囲は（95＋)% の信頼度におけるものとなる。

Table 3. The values of A and A' in the following formula for the interval at 95+ percent confidence associated with "true" least value in the ten thousand of tensile strength of netting cord.

$$\bar{x} - Au < x' \leqq \bar{x} - A' u^*$$

No. of tests	A	A'	No. of tests	A	A'	No. of tests	A	A'
5	11.931	0.987	15	6.421	2.170	25	5.588	2.492
6	10.173	1.273	16	6.290	2.215	26	5.539	2.514
7	9.116	1.472	17	6.176	2.256	27	5.494	2.534
8	8.408	1.624	18	6.074	2.294	28	5.451	2.553
9	7.895	1.744	19	5.983	2.329	29	5.405	2.578
10	7.507	1.843	20	5.901	2.361	30	5.374	2.589
11	7.200	1.928	21	5.827	2.391	40	5.101	2.726
12	6.952	2.000	22	5.760	2.419	50	4.923	2.822
13	6.745	2.063	23	5.698	2.445	60	4.797	2.894
14	6.571	2.119	24	5.632	2.478			

* $\bar{x}$ and u are, respectively, the mean and square root of unbiased variance of tensile strengths of cords.

3. 摘　　要

函館製網K.K.製の綿及びアミラン網糸各号の抗張力母平均m及び母標準偏差σを95%の信頼度で推定した（但し試料長50cm)。そしてこれらの推定値を用いて，各繊維，各号の糸に対する抗張力一万中の最小値x'及びx'のmに対する比を，夫々(4)及び(5)により，(95＋)%の信頼度で推定した。これらm，σ，x'，x'/mの推定値は第1，2表に示されている。

次に綿及びアミラン網糸の各々に対してx'/m（繊維の種類により太さによらない）なる母集団を仮定し，その母平均を推定したところ，95%の信頼度で

$$K_c=0.84\pm0.04, \qquad K_a=0.92\pm0.02$$

なる値が得られた。或繊維の糸に対するこのようなKの値を，その繊維の糸の「抗張力安全率」と定義する。

綿及びアミラン網糸の各号については第1，2表の x'/m の値の大なるもの程抗張力に不同が少なく，又糸全体としては，($K_a>K_c$なることより）アミラン糸は綿糸より抗張力に不同が少ない。

或繊維，或太さの糸の抗張力一万中の最小値は(7')式によつて求められるが常数A，A'は信頼度のとり方によつて異なる。(95＋)%の信頼度におけるA，A'の値は第3表の通りである。

以上の推定法と第3表の数値表は供試材料の母集団によらないし又網糸以外の一般の材料についても適用し得るものである。

引用文献

(1) 田内森三郎 (1951): 漁の物理, 18頁. ジープ社
(2) 統計科学研究会 (1952): 新編統計数値表. 河出書房

(水産科学研究所業績 第209号)

昭和二十九年二月一日印刷
昭和二十九年二月十五日発行

函館市港町二五三番地
北海道大学水産学部
編輯人 谷川英一

函館市恵比須町一の二
印刷所 第一印刷
電話 一〇四四番、六七一四番

函館市恵比須町一の二
印刷人 板垣雄二

発行所 北海道大学水産学部

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

Vol. 4, No. 4

CONTENTS

(This number completes volume 4)